

**Contributo do *Internet of Things* para a
sofisticação do cálculo do prémio de seguro
automóvel em Portugal**

Bernardo de Matos Tourão Castro Martins

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Gestão de Informação

NOVA Information Management School
Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação
Universidade Nova de Lisboa

CONTRIBUTO DO *INTERNET OF THINGS* PARA A SOFISTICAÇÃO DO CÁLCULO DO PRÉMIO DE SEGURO AUTOMÓVEL EM PORTUGAL

por

Bernardo de Matos Tourão Castro Martins

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Gestão de Informação, Especialização em Gestão dos Sistemas e Tecnologias de Informação

Orientador: Professor Rui Alexandre Henriques Gonçalves

Novembro 2017

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que contribuíram de forma positiva para o desenvolvimento desta dissertação.

Aos meus pais e amigos, agradeço toda a motivação e confiança dada ao longo do meu percurso académico e profissional.

Ao meu orientador, Professor Rui Gonçalves, um especial obrigado pela paciência, sugestões e por todo o conhecimento partilhado durante a elaboração deste estudo.

RESUMO

O seguro automóvel em Portugal acarreta enormes inquietações no setor segurador e na sociedade, devido ao seu impacto económico e influência no bem-estar social. A metodologia utilizada atualmente no cálculo do seu prémio de seguro em Portugal encontra-se desajustada face às necessidades dos automobilistas e das seguradoras. Esta metodologia recorre somente a variáveis pouco dinâmicas que revelam fraca precisão na avaliação dos riscos suportados, provocando não só uma ineficácia operacional nos seus processos de negócio como também desigualdades sociais. O principal objetivo deste estudo visa contribuir para a otimização desse cálculo, recorrendo às capacidades técnicas oferecidas pelo *Internet of Things* (IoT). Neste contexto, realizou-se um enquadramento da situação atual do mercado segurador, foram identificados os seus intervenientes e foram analisados e comparados diferentes métodos de cálculo do prémio de seguro automóvel em Portugal, União Europeia e Estados Unidos. Os métodos baseados na tecnologia IoT permitem estimar com maior exatidão o risco associado ao comportamento do condutor e do veículo em tempo real. De acordo com estes objetivos e segundo a legislação em vigor referente à proteção dos dados pessoais, foi desenhada uma arquitetura de um sistema de informação que incentive a gestão eficaz do risco automóvel coberto pelas seguradoras.

PALAVRAS-CHAVE

Internet of Things; Seguradoras; Cálculo do prémio automóvel; Risco; Processos de negócio

ABSTRACT

The auto insurance premiums in Portugal are a concern to insurance sector and society, due to its economic impact and influence in social well-being. Currently, the methodology used to estimate the risk of each vehicle in Portugal and, consequently the respective premium, is misfit and not aligned with the driver's needs. This methodology uses only variables that lack of precision in evaluating risks, causing not only operational inefficiency in insurance companies' business processes but also creating social inequalities. The main objective of this study is to contribute to the optimization of this calculation, using the technical capabilities offered by the Internet of Things (IoT). In this context, the current situation of the insurance market was analyzed, the stakeholders were identified and different calculating methods were analyzed and compared. The IoT-based methods allow to accurately estimate the risk associated with the driver and the vehicle behaviors in real time. In accordance with these objectives, and the current legislation regarding the protection of personal data, an IoT architecture of an information system was designed to encourage insurers in adopt a most effective management of automobile risk.

KEYWORDS

Internet of Things; Insurers; Auto Ratemaking; Risk; Business processes

ÍNDICE

1.	Introdução	1
1.1.	Identificação do problema	1
1.2.	Objetivos do estudo	3
1.3.	Relevância do tema	4
2.	Revisão de literatura	6
2.1.	Setor segurador no ramo automóvel em Portugal e os seus intervenientes	6
2.1.1.	Intervenientes	9
2.2.	Uso das TIC emergentes no seguro automóvel.....	11
2.3.	Internet of Things	12
2.3.1.	Recolha de dados	13
2.3.2.	Transmissão de dados	17
2.3.3.	Armazenamento dos dados.....	21
2.3.4.	Análise dos dados.....	25
2.4.	Impacto do RGPD nos processos de negócio das seguradoras	27
3.	Metodologia	31
3.1.	Soft System Methodology	32
3.2.	Processo de investigação	33
3.3.	Recolha dos dados.....	34
3.3.1.	Entrevistas	34
3.3.2.	Estudo de caso da Progressive	34
4.	Resultados e discussão	35
4.1.	Análise das entrevistas.....	35
4.2.	Análise do estudo de caso	36
5.	Modelo conceptual de uma arquitetura IoT	40
6.	Conclusões.....	48
7.	Limitações e recomendações futuras.....	53
8.	Bibliografia.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Resultados técnicos dos dois ramos no ano 2015.	7
Figura 2 - Produção de seguro direto nos principais ramos não vida.....	7
Figura 3 – Volume dos prémios no ramo automóvel desde 2012 até 2016.....	8
Figura 4 - Evolução das tecnologias sem fios.	20
Figura 5 - Processo de Investigação.	33
Figura 6 - Resultados financeiros da seguradora <i>Progressive</i>	38
Figura 7 - Arquitetura baseada na tecnologia IoT proposta pelo autor para uma otimização do cálculo do prémio automóvel.	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Total de empresas de seguros do mercado segurador em Portugal	6
Tabela 2 - Tipos de dados recolhidos	14
Tabela 3 - Modelo OSI	17

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APS	Associação Portuguesa de Seguradores
ASF	Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões
CNPD	Comissão Nacional de Proteção de Dados
CRM	Customer Relationship Management
EIOPA	European Insurance and Occupational Pensions Authority
EOBD	European On-Board Diagnostic
ESRB	European Systemic Risk Board
EVI	Electronic Vehicle Identification
FGA	Fundo de Garantia Automóvel
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HSM	Hard System Methodology
IaaS	Infrastructure as a Service
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
IoT	Internet of Things
ISO	International Organization for Standardization
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	International Telecommunications Union - Telecommunication
LTE	Long Term Evolution
LTE-A	Long Term Evolution Advanced
M2M	Machine to Machine
MAC	Medium Access Control
OBD	On-Board Diagnostic

OSI	Open System Interconnection
PaaS	Platform as a Service
RFID	Radio-Frequency Identification
RGPD	Regulamento Geral de Proteção de Dados
SaaS	Software as a Service
SDO	Standards developing organization
SESF	Sistema Europeu de Supervisão Financeira
SIM	Subscriber Identity Module
SORCA	Seguro Obrigatório de Responsabilidade Civil Automóvel
SSM	Soft System Methodology
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UCE	Unidades de Controlo Eletrónico
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
V2I	Vehicle to Infrastructure
V2V	Vehicle to Vehicle
WSN	Wireless Sensor Networks

1. INTRODUÇÃO

A divisão do presente capítulo assenta em três subcapítulos que garantem uma visão global sobre o tema abordado ao longo deste estudo. Enquanto o primeiro subcapítulo se encarrega da contextualização e da identificação do problema, o segundo apresenta os objetivos específicos estabelecidos para este estudo. Por último, o terceiro subcapítulo destaca a relevância deste tema para as seguradoras.

1.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A era digital que presenciamos, está a moldar a forma como as organizações e as pessoas atuam no mercado. Os progressos verificados na área das tecnologias de informação e comunicação (TIC) têm definido a forma como ambas as partes interagem no mercado, questionando a sustentabilidade dos tradicionais processos de negócio das empresas e aumentando o poder de negociação dos consumidores assim como as suas expectativas (Accenture, 2014). As TIC emergentes são as principais responsáveis pela reestruturação dos modelos de negócio das seguradoras, assim como pelo aparecimento de novas seguradoras no mercado (IIF, 2016). As alterações tecnológicas e organizacionais realizadas no setor segurador refletiram-se diretamente na sociedade e na economia, tanto a nível nacional como a nível internacional (Silva, 2013). As mudanças ocorridas nas seguradoras nos últimos anos, foram a resposta ao fenómeno da transformação digital que tem dinamizado os modelos de negócio das empresas seguradoras, tornando-os cada vez mais digitais e eficientes. No entanto, ainda existem mudanças que devem ser feitas pelas seguradoras do ramo automóvel que operam em Portugal, de forma a alcançar vantagens competitivas e melhorarem a sua situação financeira, através de uma análise mais apurada do risco automóvel.

A vulgarização do automóvel e a inerente sinistralidade levaram a que a circulação rodoviária fosse encarada como uma atividade de risco e, como tal, um problema social (Cunha, 2013). Este problema estimulou a introdução do seguro obrigatório de responsabilidade civil automóvel (SORCA), que veio obstruir a circulação nas vias públicas, de veículos que não possuam a devida cobertura previamente garantida por uma entidade seguradora (Cunha, 2013). Neste contexto, foi necessário que as seguradoras desenvolvessem o seu cálculo do prémio de seguro automóvel para estimar a probabilidade de um automobilista estar envolvido num sinistro e de consequentemente acarretar custos para a própria seguradora. Em Portugal, este processo de cálculo recorre a um algoritmo transversal a todos os tomadores de seguro, sendo se encontra ainda pouco segmentado e pouco escalonado. As políticas tradicionais estabelecidas para o cálculo dos preços de cada prémio automóvel já foram consideradas injustas e ineficientes (Butler, 1988), sendo que o conhecimento que as seguradoras detêm sobre os seus clientes (condutores) deixou de ser suficiente, pois os dados tornaram-se escassos, pobres e fragmentados nos sistemas das seguradoras (Accenture, 2014).

O algoritmo tradicional utilizado pelas companhias de seguros recorre usualmente a características do tomador de seguro, tais como, a idade, a zona de residência, o número de sinistros em que esteve envolvido no passado e as características do veículo como a marca, o modelo e a idade do mesmo (Desyllas & Sako, 2013). Contudo, devido ao comportamento estático ou pouco dinâmico destas variáveis, estas não representam verdadeiramente o risco a que o veículo é exposto diariamente e consequentemente o risco suportado pela seguradora.

As políticas aplicadas sobre o cálculo dos prémios automóvel têm promovido desigualdades sociais, pois os condutores que percorrem poucos quilómetros e que apresentam uma condução defensiva estão a subsidiar os custos das seguradoras com os condutores que percorrem muitos quilómetros e que apresentam uma condução mais agressiva (Litman, 2002; Tselentis et al., 2017). Por outras palavras, podemos afirmar que os clientes de baixo risco (clientes rentáveis) das seguradoras estão a suportar os encargos referentes aos sinistros dos clientes de alto risco.

No entanto existem ainda outros exemplos que também contribuem para esta desigualdade, observemos o caso da informação fornecida pelo segurado acerca da sua zona de residência. Apesar deste declarar uma determinada morada como a sua zona de residência, não significa obrigatoriamente que o condutor dirija regularmente na área envolvente, ou seja, o risco real interpretado pela seguradora será diferente do risco suportado pela própria. Outro exemplo, refere-se ao número de sinistros revelado pelo tomador de seguro aquando a celebração do contrato do seu seguro automóvel. O segurado pode não revelar o número real de envolvimento em sinistros, caso alguns desses sinistros não tenham sido declarado, condicionando assim o potencial valor desta métrica. Outro exemplo de uma situação hipotética que reforça essa desigualdade, temos o indivíduo A e o indivíduo B, ambos com as mesmas características (idade, área de residência, histórico de sinistro, marca, modelo e idade do carro), sendo que se diferenciam apenas pelo facto do indivíduo A utilizar o seu carro todos os dias e o indivíduo B apenas utilizar aos fins-de-semana. Perante esta cenário compreende-se que o risco associado ao indivíduo A e ao seu veículo é superior ao indivíduo B e respetivo veículo, dada a sua maior probabilidade de envolvimento num sinistro. Contudo, do ponto de vista da seguradora, ambos representam o mesmo risco pois possuem as mesmas características, ou seja, ambos pagam o mesmo valor de prémio de seguro. Este exemplo realça que a forma como os prémios de seguro são atribuídos atualmente não se encontra justa, uma vez que os dois indivíduos revelam diferentes riscos, mas pagam o mesmo valor monetário. O modelo das seguradoras encontra-se desajustado e carece de novos dados, que possibilitem uma identificação mais real do risco de cada condutor. As desigualdades sociais associadas aos prémios de seguro automóvel devem ser dissipadas pelas seguradoras em Portugal através da integração das novas capacidades tecnológicas. De acordo com Vermensan e Friess (2016), as seguradoras vão precisar de alterar drasticamente o seu modelo de negócio, combinando os seus seguros com a tecnologia, ecossistema de serviços e parcerias. A tecnologia desempenha um papel essencial na obtenção de um cálculo ajustado ao risco de cada segurado, através de uma identificação mais explícita do perfil de risco dos seus clientes. A disrupção digital centrada no cliente tem representado desafios e oportunidades para as seguradoras que pretendem prestar um serviço mais personalizado para os seus clientes (Accenture, 2014), sendo que a identificação real do risco permite também melhores tomadas de decisão relativamente aos processos de controlo e mitigação desses riscos.

As seguradoras, a nível mundial, estão a criar cada vez mais valor proveniente das ferramentas digitais nas mais diversas formas de inovação, contudo, muito do seu valor potencial permanece ainda inexplorado (McKinsey & Company, 2015). Associada a essas ferramentas digitais surge o conceito *Internet of Things* (IoT) que deve ser interpretado como qualquer infraestrutura global para a sociedade de informação, que disponibilize serviços avançados através da interligação de objetos físicos e virtuais baseados na interoperabilidade existente e na evolução das TIC (ITU-T, 2012). O número de sensores embutidos nos veículos está a aumentar (Cameron, 2014), como tal, os tipos de dados disponibilizados também estão a acompanhar esse aumento, estando estes cada vez mais acessíveis para todos graças ao acompanhamento do setor das telecomunicações. Uma vez que

novas tecnologias estão a ser consolidadas e aceites por parte da sociedade e da maioria das organizações, as seguradoras que operam em Portugal no ramo automóvel devem implementar a aproveitar as capacidades do IoT nos seus modelos de negócio, em particular no processo de cálculo do prémio de seguro. No entanto, esta integração ainda acarreta algumas preocupações relativamente à segurança e à privacidade dos dados dos segurados, pois a integridade e a autenticidade dos dados gerados terão de ser sempre garantidas (Vermesan & Friess, 2016), assim como a capacidade das seguradoras em extraírem eficientemente o potencial valor dos novos dados recolhidos. A transformação dos dados em informação pertinente permitirá expandir não só o conhecimento que as organizações seguradoras detêm acerca dos seus clientes como também facilitará a consciencialização dos condutores acerca do risco que estes representam.

1.2. OBJETIVOS DO ESTUDO

O desenvolvimento deste trabalho promove a adoção, por parte das seguradoras que operam no ramo automóvel em Portugal, de uma estratégia organizacional centrada nos seus clientes e nas potencialidades tecnológicas do IoT para a obtenção de vantagens competitivas. Neste sentido, o presente estudo pretende responder à seguinte questão:

Como pode a tecnologia IoT contribuir para a sofisticação do cálculo do prémio de seguro automóvel?

Para este fim, foram determinados 5 objetivos específicos:

1. Analisar o panorama do mercado segurador quanto à sua evolução e seus intervenientes, analisando o impacto da tecnologia IoT sobre o prémio de seguro automóvel.
2. Identificar variáveis relevantes para as seguradoras aplicarem no seu algoritmo do prémio automóvel bem como as suas principais limitações.
3. Entender o impacto do regulamento geral da proteção de dados (RGPD) nas seguradoras que desejam utilizar novos dados no cálculo do prémio automóvel.
4. Observar o caso de uma seguradora que recorra ao prémio automóvel dinâmico com recurso às ferramentas tecnológicas disponibilizadas pelo IoT.
5. Apresentar uma arquitetura conceptual do que deverá ser um sistema de cálculo do prémio de seguro automóvel baseado na tecnologia IoT.

1.3. RELEVÂNCIA DO TEMA

A relevância do tema deste estudo relaciona-se sobretudo com as enormes potencialidades da tecnologia IoT na reestruturação dos modelos de negócio das seguradoras que pretendam alcançar vantagens competitivas no mercado. As tecnologias emergentes estão a apresentar um impacto significativo nas relações entre seguradoras, seus canais de distribuição e seus consumidores (Accenture, 2014). Atualmente, as inúmeras fontes de dados disponibilizadas estão a permitir a aquisição automatizada de dados dos consumidores em tempo real, suportando novos processos de cálculo e de gestão de risco das seguradoras (IIF, 2016). Prevemos então que as primeiras seguradoras a reestruturarem os seus modelos de negócio serão as que poderão alcançar uma maior sustentabilidade e solidez no futuro. A incorporação da tecnologia IoT nos veículos pode gerar vantagens tanto para as seguradoras como para os seus clientes, pois enquanto permite melhorar o processo de identificação do risco, os seus clientes podem ver o seu prémio reduzido caso o seu comportamento seja analisado como seguro (Baecke & Bocca, 2017). A recolha de dados dos veículos pode ainda ajudar na deteção de fraudes e na identificação da localização do veículo em caso de furto por exemplo. Contudo, a principal vantagem para as seguradoras está na possibilidade de estas serem capazes de extraírem dos dados provenientes dos veículos, quais os clientes rentáveis e os não rentáveis, permitindo assim estimativas mais realista sobre os riscos de cada um. Hoje em dia são poucas as seguradoras na Europa que já implementaram um cálculo do prémio de seguro automóvel baseado na tecnologia IoT. Esta adoção limitada deve-se à falta de investigação aprofundada sobre os aspetos operacionais e metodológicos das tarifas dinâmicas bem como a falta de conhecimento acerca das suas implicações para todo negócio (Paefgen, 2013). Neste contexto, Portugal, tal como os restantes membros da EU, requer uma legislação ajustada a este processo transformação digital que as seguradoras e os segurados estão a enfrentar.

A adoção de uma estratégia de negócio centrada nos seus clientes e orientada às TIC emergentes representa um meio de afirmação destas seguradoras no mercado. Ao longo deste estudo, realçamos que esta adaptação por parte das seguradoras deve passar pela introdução de novos dados na metodologia de cálculo do prémio automóvel, de forma a satisfazer as necessidades dos segurados mais prudentes e menos propícios a acidentes, ou seja, os mais rentáveis. O facto dos processos das seguradoras se tornarem cada vez mais centrados no cliente requer que estas sejam capazes de inovar nos seus produtos, serviços, preços, relações e modelos operacionais (Accenture, 2014), proporcionando uma boa experiência aos seus clientes que se traduza na fidelização dos mesmos, principalmente dos rentáveis, pois mais importante do que angariar clientes é reter os rentáveis Rebelo (2014). Uma vez que o conhecimento que as seguradoras detêm hoje sobre os seus clientes é bastante inferior ao conhecimento que pode ser obtido através das ferramentas disponibilizadas pela tecnologia IoT, compreende-se que estas desempenham um papel fulcral na identificação do tipo de clientes e na respetiva retenção. A enorme facilidade dos segurados em trocarem de seguradora, levou a que as empresas de seguros necessitassem de expandir cada vez mais o seu conhecimento acerca dos seus clientes, pois este conhecimento permite oferecer produtos mais personalizados e adequados a cada cliente, aumentando o seu nível de satisfação dos clientes. Nesse contexto, apesar do IoT ser um elemento chave na transparência da relação entre seguradoras e seus tomadores de seguro, também implicou preocupações relativamente à segurança e privacidade dos dados recolhidos e transmitidos. A insegurança da informação trazida pelo fenómeno da digitalização e os potenciais maus usos desta informação, forçaram a introdução de medidas de assegurassem a privacidade dos dados. Recentemente, foi substituída a atual diretiva e lei de proteção de dados

personais pelo Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD) (CNPd, 2017). O RGPD veio não só realçar o valor dos dados pessoais, reforçando os direitos dos titulares de dados e os deveres das organizações que operam sobre estes dados. As fronteiras legais relativamente ao uso que pode ser feito desses dados por parte das organizações fica assim mais explícito, assim como as sanções para os casos de incumprimento. No caso das seguradoras, os dados recolhidos dos veículos ou dos próprios segurados apresentam um carácter bastante sensível e pessoal, como tal, estas deverão estar preparadas para responder aos requisitos do RGPD de forma a evitarem coimas elevadas. O cumprimento das exigências do RGPD por parte da maioria ou mesmo todas as seguradoras implicará alterações nos seus processos de negócios, uma vez que estes terão de ser alterados, as seguradoras devem aproveitar para fazer essa reestruturação já orientada à adoção da tecnologia IoT.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SETOR SEGURADOR NO RAMO AUTOMÓVEL EM PORTUGAL E OS SEUS INTERVENIENTES

O setor segurador encontra-se dividido em dois ramos principais, o ramo vida e o não vida, sendo que as seguradoras que operam em ambos os ramos são consideradas mistas. O ramo não vida é composto por dois segmentos de peso, o seguro de acidentes de trabalho/doença e o seguro automóvel, juntos representam aproximadamente 70% da produção dos prémios de seguro no ramo não vida (ASF, 2016). A tabela 1 revela-nos não só o nº de empresas de seguros por ramo e como a sua produção de seguro direto durante o período 2009 até 2016. Destaque para a estagnação do nº de seguradoras do ramo não vida a partir de 2010, assim como observamos a redução das mistas enquanto as seguradoras do ramo vida apresentaram oscilações pouco significativas no que diz respeito à sua presença em território nacional. A tabela 1 mostra ainda que, apesar do ramo não vida representar um peso considerável sobre o número total de seguradoras em Portugal, a sua produção de seguro direto apresentou valores notavelmente inferiores aos valores do ramo vida.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Nº de seguradoras	87	83	79	79	77	78	79	73
Vida	22	21	20	20	19	20	21	18
Não Vida	52	50	47	47	46	46	46	43
Mistas	13	12	12	12	12	12	12	12
Produção de seguro direto *	14 582	16 413	11 712	10 970	13 185	14 400	12 795	10 839
Vida	10 411	12 217	7 571	6 952	9 278	10 505	8 743	6 648
Não vida	4 171	4 196	4 141	4 018	3 907	3 895	4 052	4 190
* Milhões de euros								

Tabela 1 - Total de empresas de seguros do mercado segurador em Portugal

Fonte: ASF (2016); ASF (2017)

Considerando apenas o universo das seguradoras sob a supervisão prudencial da ASF, foram examinados os resultados técnicos de 21 empresas do ramo vida e de 30 do ramo não vida no ano de 2015, uma amostra que assumimos como suficientemente representativa do panorama atual do setor. Através da Figura 2 compreendemos que o segmento não vida foi o que revelou maiores perdas, com 8 seguradoras a apresentarem resultados técnicos negativos num total de aproximadamente 130 milhões de euros. Por outro lado, no ramo vida apenas duas instituições apresentaram prejuízos, sendo estes pouco significativos face ao cenário do ramo não vida. O estudo equivalente, realizado pela ASF, referente aos anos anteriores também indicou prejuízos regulares e acentuados no ramo não vida (ASF, 2012; ASF, 2014).

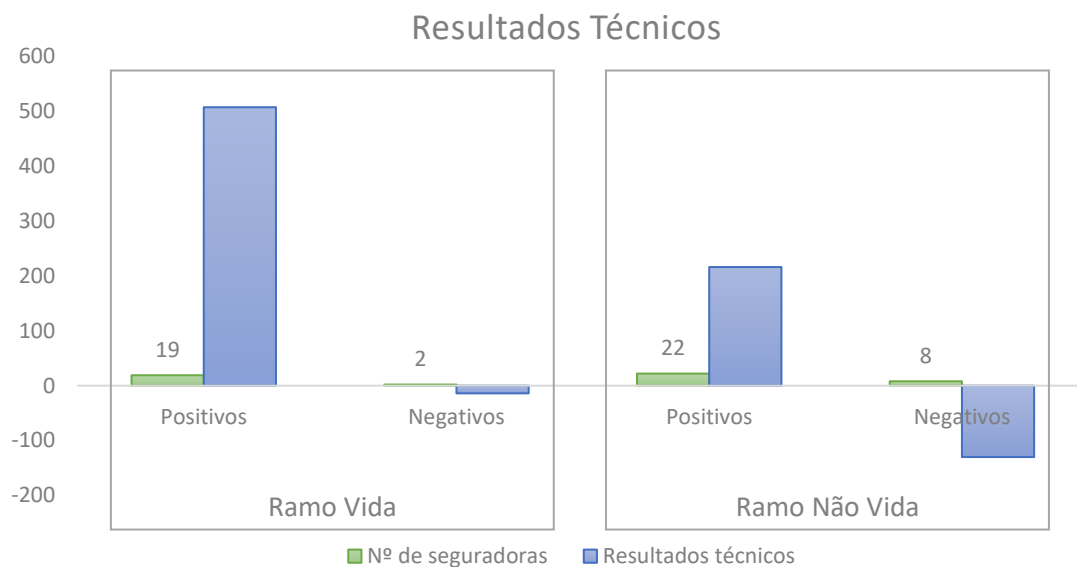


Figura 1 - Resultados técnicos dos dois ramos no ano 2015.

Fonte: ASF (2016)

Compreende-se, portanto, que o ramo não vida se encontra desajustado e desequilibrado quando comparado com o ramo vida. A estagnação do mercado segurador no ramo não vida está associada a margens de lucro cada vez menores e a uma competitividade cada vez maior entre seguradoras. De acordo com Martins (2012), atualmente não existem diferenças significativas relativamente aos preços das seguradoras dada a enorme competitividade do mercado.

A ASF comparou o peso das várias seguradoras nos principais segmentos do ramo não vida a operarem em Portugal (Figura 3). A Fidelidade assumiu-se como líder em todos os ramos não vida, no entanto, foi no ramo automóvel que esta apresentou um menor peso (23,5%) comparativamente aos outros ramos. Inversamente, é no ramo automóvel que as restantes seguradoras se destacam na produção de seguro direto (41,2%), apresentando valores mais reduzidos nos outros ramos.

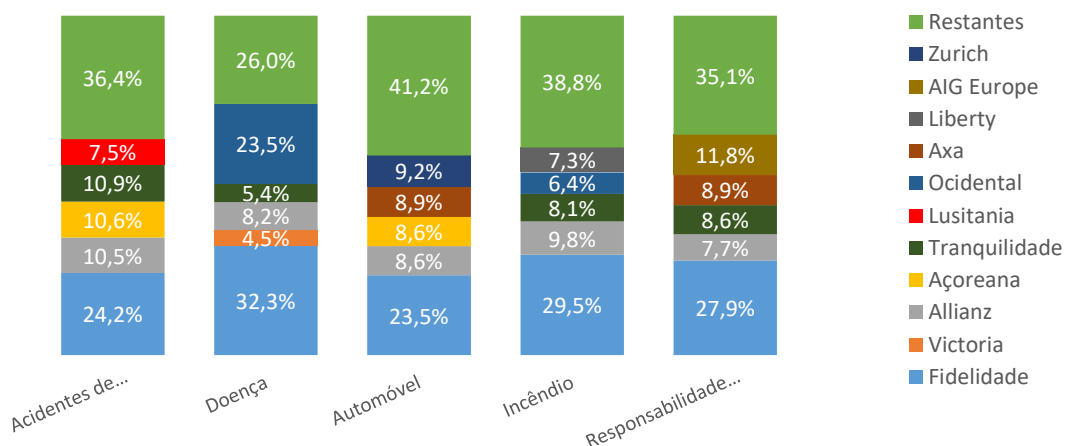


Figura 2 - Produção de seguro direto nos principais ramos não vida.

Fonte: ASF (2016)

Apesar da Figura 3 mostrar uma evolução positiva entre 2014 e 2016, esta foi menos significativa quando comparada com a evolução negativa verificada durante o período de 2012 a 2014. A evolução da produção de seguros no ramo automóvel nos últimos 5 anos apresentou alguma instabilidade, parte dessa instabilidade deve-se ao facto do ramo automóvel encontrar-se fortemente influenciado pelo número de veículos motorizados em circulação. De acordo com os dados fornecidos pela ASF (2017), em Portugal, o parque automóvel tem vindo a aumentar, embora de forma cada vez menos acentuada de ano para ano. Uma vez que o seguro automóvel é obrigatório para todos os veículos, compreendemos que o crescimento do parque automóvel se tem traduzido no aumento do nº de apólices emitidas.

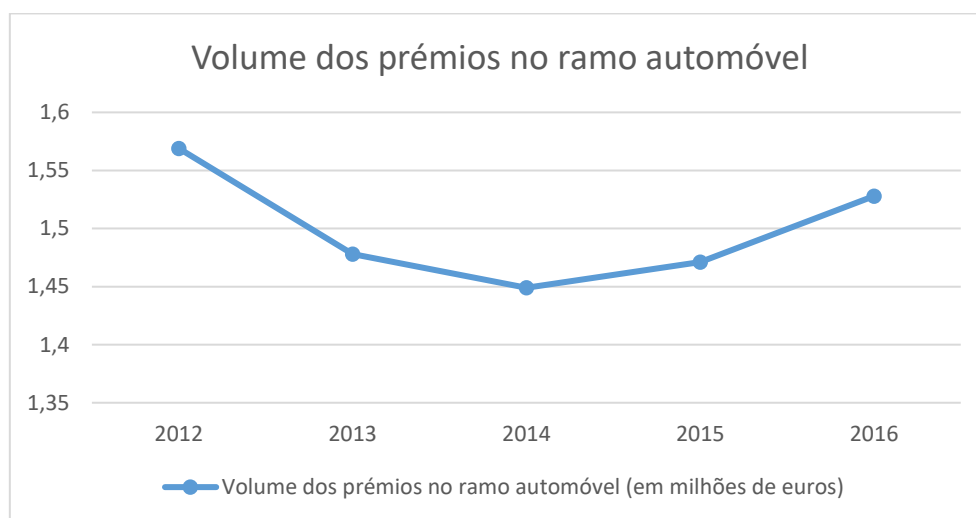


Figura 3 – Volume dos prémios no ramo automóvel desde 2012 até 2016 (em milhões de euros)

Fonte: APS (2014); APS (2016)

Segundo Braga (2010), a evolução do parque automóvel em Portugal durante o período de 1990 até 2004 apresentou um crescimento superior a 130%, no entanto, nos últimos anos, este crescimento abrandou significativamente. Apesar desta evolução ter resultado no aumento do nº de prémios de seguro automóvel emitidos em Portugal, o mesmo não sucedeu com as receitas e lucros obtidos pela generalidade das seguradoras, uma vez que os preços dos contratos de seguro realizados têm sido reduzidos gradualmente. Para Rebelo (2014), a evolução do mercado e os avanços tecnológicos incentivaram o aparecimento de novas empresas no mercado segurador, aumentando assim a competitividade já existente. A evolução das TIC permitiu a introdução das seguradoras diretas, cujo seu crescimento no mercado tem comprometido a rentabilidade das restantes, desafiando-as a explorarem cada vez mais as potencialidades das TIC emergentes. A eliminação de custos em infraestruturas permitiu que as seguradoras diretas disponibilizassem prémios de seguro com preços inferiores aos praticados no mercado pelas restantes, reforçando então a competitividade no mercado segurador. A redução destes custos operacionais e a otimização dos seus processos de negócio foram alguns dos benefícios alcançados. As vantagens competitivas alcançadas foram potencializadas com o uso intensivo da internet e do telefone como os seus principais canais de distribuição e de venda. Estes canais de comunicação permitem que os clientes tenham o acesso à

informação sobre os produtos da seguradora a qualquer momento e em praticamente qualquer lugar. Este fenómeno tem transformado e facilitado as tomadas de decisão dos clientes no momento da escolha da sua seguradora para a realização do contrato de seguro automóvel. Outra razão associada ao aumento da competitividade deste mercado, foi a procura generalizada por parte dos automobilistas/tomadores de seguro de prémios de seguro com custos inferiores, devido à crise económica sentida nos últimos dez anos.

Segundo Rebelo (2014), o prémio automóvel é calculado de acordo com o risco associado ao perfil de cada tomador de seguro/conductor e ao nível de proteção que este deseja. O perfil de cada cliente rege-se tanto pelas características pessoais (idade, zona de residência e histórico de sinistros) como pelas características do veículo (marca, modelo e idade da viatura entre outras) (Desyllas & Sako, 2013). No entanto, apesar da identificação do perfil do tomador de seguro ser realizada através de dados pessoais dos automobilistas e da sua viatura, estas variáveis apresentam um comportamento pouco dinâmico, que nem sempre revela verdadeiramente o risco a que o condutor e a viatura são expostos diariamente. A possibilidade de obter dados dinâmicos e representativos do risco de cada um, está a ganhar valor com as conectividades cada vez mais presentes nos veículos. Uma vez que problema identificado no presente estudo assenta na imprecisão do risco estimado pelas instituições seguradoras sobre os seus automobilistas, estas deverão estar coordenadas com outras entidades de forma a que a tecnologia IoT possa contribuir para a dinamização do cálculo do prémio automóvel.

2.1.1. INTERVENIENTES

As entidades com maior influência sobre funcionamento do ramo automóvel no setor segurador podem ser listadas de seguida:

1. Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (ASF);
2. Associação Portuguesa de Seguradores (APS);
3. Comissão Nacional de Proteção de Dados (CNPd);
4. Fabricantes automóveis e respetivos parceiros tecnológicos.

A ASF apresenta-se como a autoridade nacional responsável pela regulação e supervisão, quer prudencial, quer comportamental, da atividade seguradora, resseguradora, dos fundos de pensões e respetivas entidades gestoras e de mediação de seguros em Portugal. O seu papel visa promover a estabilidade e a robustez do mercado segurador e fundos de pensões em Portugal, protegendo sempre os tomadores de seguro, segurados, beneficiários e assegurando o cumprimento da legislação por parte dos diversos participantes. A ASF desempenha também um papel fundamental na modernização do setor em Portugal, através da sua participação no Sistema Europeu de Supervisão Financeira (SESF), no *European Systemic Risk Board* (ESRB) e na *European Insurance and Occupational Pensions Authority* (EIOPA).

De acordo com os termos do artigo 51º, nº 1 e do artigo 52º, nº 2, do Regime Jurídico do Contrato de Seguro, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 72/2008, de 16 de abril, o prémio de seguro é a contrapartida da cobertura suportada pela seguradora, devendo ser “[...] adequado e proporcionado aos riscos a cobrir pelo segurador e calculado no respeito dos princípios da técnica seguradora, sem prejuízo de eventuais especificidades de certas categorias de seguros e de circunstâncias concretas dos riscos assumidos”. Desta forma, percebe-se que as tarifas de seguro estão liberalizadas, pelo que cada

seguradora é responsável por estabelecer os seus próprios preços, com base na experiência da sua carteira de riscos, não tendo a ASF qualquer intervenção na formação dos mesmos.

Por outro lado, temos a APS, que se assume como uma associação sem fins lucrativos, encarregue pela defesa dos interesses comuns dos seus associados (empresas de seguro e resseguros em Portugal), representando mais de 99% do mercado segurador (APS, 2017). Compreende-se então que esta entidade deve defender a intenção da grande maioria das seguradoras relativamente a eventuais alterações no setor que permitam a sua dinamização. Um dos exemplos recentes dessa dinamização, foi o desenvolvimento de uma aplicação móvel (Segurnet) que agrega seguradoras e segurados numa só plataforma tecnológica, suportando uma comunicação mais eficaz e eficiente entre ambas as partes (APS, 2017). Esta aplicação tecnológica permite que qualquer indivíduo envolvido num sinistro, desde que possua um seguro válido e conexão à internet, possa reportar o acidente através de um dispositivo móvel. A informação fornecida pelos segurados, que pode incluir fotografias do acidente, é transmitida imediatamente às respetivas seguradoras, tal como os dados de localização do dispositivo para uma melhor identificação do local da ocorrência (APS, 2017). Esta evolução digital é assim encarada como alternativa à tradicional declaração amigável, vulgarmente reconhecida por um papel que os segurados estão acostumados a preencher com informação pessoal e do respetivo sinistro. Através desta aplicação os segurados podem preencher os seus dados e da viatura previamente (APS, 2017), evitando posteriores perdas de tempo e obstrução das faixas rodoviárias. Esta inovação permite assim que as seguradoras sejam informadas com maior rapidez, facilitando todo o processo de resolução do incidente (APS, 2017). Observamos então que a sofisticação do cálculo automóvel também deverá seguir a mesma abordagem, deverá ser encarada pelos tomadores de seguro como uma opção e não como uma obrigatoriedade sendo que, para as seguradoras, a oferta deste produto será obviamente um fator diferenciador.

Relativamente à CNPD, sendo esta uma entidade administrativa independente com poderes de autoridade, possui como principais tarefas, o controlo e a fiscalização do processamento de dados pessoais dentro das organizações de acordo com os direitos do homem, Constituição e respetiva lei. A CNPD colabora com as autoridades de controlo de proteção de dados de outros Estados-Membro, nomeadamente na defesa e no exercício dos direitos de pessoas residentes no estrangeiro. A CNPD desfruta ainda de capacidades que permitem bloquear e apagar os dados que não respeitem os termos legais em vigor bem como poderá proibir o tratamento de dados pessoais (CNPD). A introdução do Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD) na União Europeia (UE) veio definir alguns dos processos que as organizações terão de respeitar a partir de maio de 2018, no que diz respeito ao seu processamento dos dados. Esta nova regulamentação acarreta também novas responsabilidades para a CNPD, uma vez que recebe novas responsabilidades que se centram não só na fiscalização como também na aplicação de sanções sobre todas as organizações que não respeitem esta diretiva europeia (CNPD, 2017).

Outros intervenientes com bastante influência neste ramo do setor segurador são a indústria automóvel e os seus parceiros tecnológicos. Os progressos verificados nesta indústria, fortemente associada à sua adoção de capacidades computacionais e de telecomunicações, refletiram-se na evolução dos diferentes níveis de automação nos veículos, desde pequenas funções automatizadas até aos veículos autónomos (Anderson et al., 2016). Os diversos progressos realizados levaram a um aumento da segurança nos veículos, que se refletiu consequentemente na redução de mortes e danos graves nas estradas portuguesas (Insurance Europe, 2015). Relativamente a este aumento de

segurança, a indústria dos desportos motorizados de competição é quem mais tem explorado as potencialidades tecnológicas emergentes, afirmando-se como pioneira na implementação de tecnologias de ponta que aumentem a segurança dos seus condutores. Uma vez que os carros de competição se encontram num ambiente “controlado”, constituem então um cenário adequado para trabalhos experimentais, onde as evoluções neste campo prometem grandes alterações na indústria automóvel (Tavares et al., 2008). A procura insana, por parte das equipas de competição, pela extração de dados relevantes dos seus veículos, deve-se ao enorme valor que esta informações podem representar para a obtenção de vantagens competitivas sobre as equipas rivais. Estes desenvolvimentos estão a conduzir o constante aumento da variedade e do rigor dos dados recolhidos destes veículos, sendo que, alguns dos sensores utilizados para essa recolha estão sendo posteriormente aplicados nos veículos utilizados pela sociedade. Uma vez incorporados nos veículos dos cidadãos, estes disponibilizam informação diversificada que sendo transmitida para as seguradoras, podem contribuir fortemente para a identificação do perfil de risco do tomador de seguro consoante a utilização que seja feita da viatura.

2.2. USO DAS TIC EMERGENTES NO SEGURO AUTOMÓVEL

A aplicação de sistemas de cálculo do prémio de seguro automóvel baseados na informação acerca da utilização que é feita dos veículos, pode variar de seguradora para seguradora, consoante os dados que cada sistema recolha e no uso que seja feito destes (Baecke & Bocca, 2017). Dentro as TIC emergentes, destaca-se a tecnologia telemática, como uma das principais vertentes do *Internet of Things*, responsável pela integração das capacidades de telecomunicações com o processamento de informação codificada de acordo com uma determinada lógica (Sundeeep & Vardhan, 2013). Neste sentido, compreende-se que esta vertente do IoT e das TIC, apresenta-se como um elemento base na otimização do cálculo do prémio automóvel, pois envolve não só o processo de recolha dos dados dos veículos como também a sua transmissão para um ambiente exterior, onde seguradoras possam aceder a esses dados e possam realizar análises avançadas sobre o risco automóvel de forma a melhor identificarem o perfil de risco do condutor. Estes modelos inovadores vieram substituir o preço fixo do prémio automóvel, por um prémio automóvel cujo seu valor é determinado consoante as suas deslocações e o comportamento do condutor na estrada (Tselentis et al., 2017). Apesar deste modelo apenas ter sido introduzido de forma mais regular nos últimos anos, fora do contexto nacional, devido aos avanços das TIC, este já se revelou bastante promissor não só para as seguradoras como também para a segurança rodoviária, para a redução do congestionamento de tráfego e para a diminuição das emissões poluentes provenientes dos veículos (Tselentis et al., 2017). Os incentivos financeiros disponibilizados por estes sistemas inovadores para os automobilistas, encoraja-os a reduzirem a velocidade e outros riscos de condução, enquanto as penalizações financeiras alertam os automobilistas com comportamentos incorretos nas estradas (Ellison et al., 2015). Este incentivos e penalizações, por sua vez, também se refletem na mitigação dos riscos suportados pelas próprias seguradoras. Um estudo realizado na Holanda revelou ainda que a implementação destes sistemas inovadores proporcionou não só uma redução total dos acidentes rodoviários em mais de 5%, como levou à anulação de 60 casos de mortalidade e 1000 casos de lesões por ano (Zanetia et al., 2008). Desta forma, entendemos que a contribuição da tecnologia IoT tem se revelado bastante útil não só para as seguradoras e seu processo de cálculo do prémio automóvel, como também para a segurança dos cidadãos, uma vez que promove a redução da sinistralidade e a melhoria da qualidade do ar.

2.3. INTERNET OF THINGS

O uso do conceito *Internet of Things* ou Internet das Coisas, apelidado habitualmente de IoT, tem crescido bastante, tornando-se hoje um tema principal em conferências, livros, artigos académicos, investigação dentro das organizações, programas financiados pelo governo, assim como em relatórios sobre os desenvolvimentos mundiais futuros e análises das indústrias (Fleisch, 2010). No entanto, o facto de ainda não haver uma definição universal para este conceito, leva a que o IoT signifique diferentes “coisas” para diferentes pessoas. Segundo Miorandi et al. (2012), numa perspetiva mais técnica, o IoT pode ser encarado como uma rede global de objetos inteligentes interconectados entre si através das extensas tecnologias baseadas na Internet, ou numa uma perspetiva menos técnica e mais empresarial, o IoT poder ser visto como um conjunto de aplicações e serviços sustentados por essas tecnologias que possibilitam novos negócios e oportunidades de mercado. Numa perspetiva mais completa, Vermesan & Friess (2013) defendem que o IoT pode ser designado como toda a infraestrutura de uma rede global e dinâmica que possua capacidades de autoconfiguração, baseadas em normas e protocolos de comunicação, onde as “coisas” físicas e virtuais detêm identidades próprias, atributos físicos, personalidades virtuais e recorrem às interfaces inteligentes para uma perfeita integração na rede. Segundo a IDC, o IoT permite que objetos partilhem informação com outros objetos/membros de uma rede, reconhecendo eventos e mudanças que permitam reagirem automaticamente de forma apropriada (Comissão Europeia, 2014). Numa visão genérica e mais temporal, compreende-se que IoT pode também ser visto como a revolução tecnológica desencadeada pelas capacidades computacionais e de telecomunicação emergentes, que estão a alterar comportamentos da sociedade e das organizações e cujos seus desenvolvimentos dependem das inovações nas diversas indústrias.

Evans (2011) defendeu que o aparecimento do IoT ocorreu no momento em que a existência de objetos conectados à internet superou o número de pessoas no mundo. Em 2003 existiam aproximadamente 6,3 biliões de pessoas e cerca de 500 milhões dispositivos conectados à internet, uma vez que o número de dispositivos ainda era inferior ao número de pessoas existentes, assumiu-se que o IoT não existia (Evans, 2011). Através da introdução dos *smartphones* e dos *tablets* na sociedade, estimou-se que em 2010, o número de dispositivos conectados à internet tivesse atingindo os 12,5 biliões face aos 6,8 biliões de humanos existentes (Evans, 2011). A crescente utilização de dispositivos tecnológicos com diferentes sensores e diversas conectividades, tem levado à expansão não só do tipo de dados que são disponibilizados como também das capacidades de transmissão desses dispositivos. No entanto, esta expansão traduziu-se numa necessidade urgente de responder aos requisitos impostos pela heterogeneidade de arquiteturas, normas, plataformas e aplicações IoT utilizadas, de forma a assegurar a troca de informações entre plataformas e aplicações (Kazmi et al., 2017). Devido a esta heterogeneidade, os vários esforços direccionaram-se para a uniformização destes dados, através da criação de protocolos e respetivas normas que assegurassem a interoperabilidade entre as diferentes tecnologias utilizadas pelos dispositivos, incluindo os veículos. O facto destes protocolos e normas se encontrarem em constante evolução permite que informação transmitida entre veículos e/ou outros dispositivos se torne cada vez mais acessível, revelando enorme valor tanto na prevenção de acidentes, como na otimização do trânsito rodoviário, como ainda na criação de processos de negócio baseados nessa informação. Algumas empresas seguradoras que operam fora de Portugal já aproveitaram parte dessas oportunidades criadas pela forte componente tecnológica cada vez mais presente nos automóveis, disponibilizando produtos e serviços baseados nas tecnologias IoT. As competências dos automóveis já vão bastante

além da locomoção, a sua integração com aplicações móveis permitiu que os condutores começassem a ter um maior controlo sobre determinadas funções da viatura, recorrendo aos seus dispositivos móveis. Uma vez que os telemóveis evoluíram bastante, deixando de servirem apenas para a troca de chamadas ou de mensagens, os automóveis também já deixaram de ser apenas objetos de deslocação, pois fornecem diversas funcionalidades úteis para os condutores assim como podem fornecer informação relevante para as seguradoras. A monitorização dos comportamentos dos condutores e a consequente informação disponibilizada para as seguradoras revela cada vez mais as potencialidades do IoT no processo de cálculo do prémio automóvel, não só pela variedade dos dados recolhidos como pela sua representatividade sobre o risco exposto pelo veículo e seu condutor diariamente.

O Parlamento Europeu introduziu nova regulamentação para a obrigatoriedade de todos os novos carros produzidos na UE estarem equipados com um dispositivo IoT que permita realizar chamadas de forma automática ou manual, para os serviços de emergência em caso de acidente, fornecendo ainda a localização exata do veículo (Baecke & Bocca, 2017; Öörni & Goulart, 2017). Assumimos, portanto, que esta medida engloba também a obrigatoriedade de todos os novos veículos estarem equipados com microfones e colunas. Estes progressos desenvolvidos pretendem promover a segurança dos condutores e dos seus passageiros pois a extração de informação acerca do estado dos passageiros durante a viagem ou em caso de acidente pode revelar-se crucial para os serviços de assistência nas estradas. Apesar do aumento de segurança proporcionado aos condutores pelos sensores e respetivas conectividades, estas tecnologias também estão a representar um papel essencial no processo de cálculo do prémio de seguro automóvel, principalmente fora de Portugal.

De forma a compreender melhor as capacidades disruptivas da tecnologia IoT nesta vertente seguradora, optou-se por dividir o presente capítulo em 4 fases, a saber:

1. Recolha dos dados
2. Transmissão dos dados
3. Armazenamento dos dados
4. Análise dos dados

Na primeira fase, iremos analisar os principais tipos de dados existentes no mercado automóvel, assim como a evolução das redes sensoriais sem fios. Na seguinte fase, serão abordadas as principais redes de comunicação usadas pela tecnologia IoT no setor automóvel assim como algumas das suas características. Durante a terceira fase pretende-se identificar os cenários de armazenamento dos dados recolhidos e transmitidos dos veículos, destacando temas como armazenamento em nuvem e o *big data*. O último subcapítulo será estudado o processo de análise dos dados obtidos pela seguradora, evidenciando o papel das disciplinas de *data mining* e da *machine learning*.

2.3.1. RECOLHA DE DADOS

Esta fase concentra-se essencialmente nos sensores embutidos nos veículos e acoplados *a posteriori*, permitindo identificar o estado dos componentes dos veículos e do ambiente que os rodeia. O uso mais comum destes sensores nos veículos refere-se à automatização de determinadas funções por parte dos sistemas existentes nos veículos. Sendo estes sistemas utilizados para a monitorização do comportamento de determinados componentes dos veículos ou para a deteção de alterações no ambiente exterior do veículo, como por exemplo, a presença de chuva ou baixa luminosidade na

estrada. Caso estas situações sejam detetadas pelos sensores, a maioria destes sistemas ativa automaticamente os para-brisas ou as luzes do veículo, consoante a situação ocorrida. O mesmo também acontece, quando os passageiros não colocam os seus cintos, pois assim que o veículo começa a marcha, os sensores informam o sistema da situação e este emite alertas sonoros de forma automatizada para o condutor e seus passageiros. No entanto, a crescente utilização de sensores não se ficou pelo aumento da segurança dos condutores e seus passageiros, alastrou-se também para os sistemas de monitorização do tráfego rodoviário em tempo real e para o uso de outras aplicações comerciais centradas nos condutores e seus veículos (Rault et al., 2014). Os avanços realizados na indústria automóvel revelam hoje uma enorme dependência do desenvolvimento da indústria de sensores veículos, pois estes revelam-se fundamentais para a melhoria do desempenho das viaturas, através da monitorização das suas operações e da melhor experiência proporcionada ao condutor (Abdelhamid et al., 2014). Neste contexto, tem-se verificado um interesse exponencial da sociedade e das organizações na obtenção de cada vez mais informação dos seus pertences, estimulando os fornecedores tecnológicos a aperfeiçoarem os sensores existentes e a desenvolverem novos tipos de sensores. A enorme utilidade destes sensores aliada ao facto de estes possuírem dimensões bastante reduzidas e baixos consumos (Zheng & Jamalipour, 2009) permitiu que, em 2013, cada veículo tivesse em média 70 sensores incorporados, enquanto os carros luxuosos atingiram em média os 100 sensores (Abdelhamid et al., 2014). A quantidade de sensores nos veículos deverá aumentar e com esse aumento será disponibilizada cada vez mais informação para os indivíduos e organizações que tenham acesso e que pretendam extrair valor desta informação. O presente estudo destaca o valor que esta informação pode representar na criação de conhecimento por parte das seguradoras para uma otimização do seu processo de cálculo do prémio de seguro automóvel, sendo que a escolha dos dados a recolher será cada vez mais vasta e por isso mais complicada. Husnjaka et al., (2015) apresentaram uma lista de alguns dos dados habitualmente recolhidos pelos sensores embutidos nas viaturas (Tabela 2).

Tipo de dados	Descrição
Duração	Duração de cada viagem
Distância	Distância percorrida em cada viagem e no seu total
Horas	Horas em que o veículo é conduzido em cada viagem
Velocidade	Velocidade média e máxima atingidas pelo veículo em cada viagem
Mapa	Mapa detalhado de cada viagem
Estilo de condução	Intensidade das travagens, das acelerações e das mudanças de direção
Imobilização	Duração dos períodos em que o veículo se encontra estacionado e parado no trânsito

Tabela 2 - Tipos de dados recolhidos

Fonte: Husnjaka et al. (2015)

A vasta diversidade de sensores não tem parado de crescer, permitindo constantemente a recolha de novos tipos de dados das viaturas, tais como as imagens e vídeos das câmaras embutidas nos veículos modernos ou os dados de localização das viaturas. Os sensores utilizados para recolherem estes dados encontram-se habitualmente subordinados pelas suas unidades de controlo eletrónico (UCE), que possibilitam a centralização desses dados e o suporte aos seus sistemas de monitorização. Estas UCE permitem então a identificação de comportamentos do condutor durante os seus percursos, em todas as vertentes mencionadas na Tabela 2 e posteriormente. A combinação de alguns destes sensores representa um exemplo concreto de uma rede sensorial sem fios (WSN). A utilização de várias WSN, tem possibilitado a construção de vários tipos de aplicações IoT poderosas, entre elas algumas já aproveitadas pelo ramo segurador automóvel, fora de Portugal.

Redes Sensoriais Sem Fios (WSN)

As redes sensoriais sem fios (WSN) têm sido consideradas como uma das mais importantes tecnologias do século XXI (Zheng & Jamalipour, 2009), uma vez que representam conjuntos de dispositivos com capacidades sensoriais que permitem não só a recolha como a transmissão de dados através de comunicações sem fios (Son et al., 2016). Uma WSN é tipicamente formada por um grupo dispositivos que combinam sensores e respetivas UCE numa rede robusta, segura e flexível, de baixo consumo energético e capacidades avançadas de computação e comunicação (Tavares et al., 2008). Estas redes são caracterizadas pelos seus recursos limitados a nível energético, computacional, armazenamento e comunicação, sendo que o seu papel principal passa por reportar métricas e avaliações realizadas por esses dispositivos (Léone et al., 2015).

O inicial propósito das UCE incidia sobre a monitorização do motor relativamente às emissões de gases, contudo, os avanços na indústria automóvel e na ciência computacional estenderam o uso de UCE para outros componentes dos veículos, tais como a transmissão automática, o sistema de travagem e direção assistida (Baek & Jang, 2015). As UCE estão presentes em praticamente todas as viaturas e podem mesmo ser às dezenas por viatura (Onuma et al., 2017), dependendo do número de sensores presentes em cada veículo. A integração de várias UCE tem fornecido uma visão global do estado da viatura e do uso que é feito da mesma. Por exemplo, o sistema *On-Board Diagnostic* OBD, disponível em praticamente todos dos veículos, recorre a alguns sensores do veículo para detetar qualquer mal funcionamento num determinado componente da viatura. Este sistema possui regulamentação própria que exige que cada uma das suas UCE, em caso de anomalia, registre o código da informação relativa a esse mau funcionamento (Lin et al., 2009). O sistema OBD apresenta-se como um ponto de monitorização, utilizado para o controlo das emissões de gases e de outros parâmetros do veículo que se regem também por normas comuns a todos os veículos. Este sistema já sofreu aperfeiçoamentos globais que deram origem ao OBD-II (Baek & Jang, 2015) nos Estados Unidos e EOBD na Europa (Gruden, 2007). Os avanços tecnológicos desenvolvidos foram caracterizados pela crescente preocupação ambiental associada ao parque automóvel, pois foram criadas restrições referente às emissões de gases em cada viatura. Atualmente, todos os novos veículos estão obrigados a incorporarem os sistemas OBD de forma a possibilitarem a extração de dados do veículo. De forma a reduzir e controlar eficazmente o impacto de cada veículo no meio ambiente, em particular nas grandes cidades, o cumprimento desta legislação específica garante que os limites referentes às emissões CO₂ sejam respeitados por todos. O sistema OBD possui uma interface que funciona como canal de distribuição de dados sobre o estado de determinados componentes do veículo, através uma fácil leitura do diagnóstico do veículo.

Contudo, os sensores e UCE integrados pelos sistemas OBD revelam também informação referente à velocidade, às rotações do motor, à temperatura do motor, à voltagem da bateria entre outras informações (Lin et al., 2009). Esta informação pode revelar-se pertinente para as seguradoras, pois possibilita uma identificação do comportamento da viatura e do seu condutor, e consequentemente o risco a que cada viatura e seu condutor se expõem. Percebemos então que o sistema OBD pode revelar dados úteis para o processo de cálculo do prémio automóvel. Contudo, o sistema OBD não comunica com todas as UCE dos veículos, o que pode limitar parcialmente a disponibilidade de todos os dados obtidos pelos sensores das viaturas, para as seguradoras. A quantidade de sensores tem aumentado assim como a sua diversidade, neste contexto, destacam-se os *smartphones* no acesso a outros dados (provenientes de outras UCE) ou até mesmo à utilização de sensores próprios (não embutidos nos veículos), como de localização, de imagem ou de vídeo. Reconhecemos então que a diversidade dos dados recolhidos pelos sensores, quando conjugados e integrados num dispositivo IoT podem fornecer uma visão bastante real e holística do risco que os veículos e seus condutores representam para as entidades seguradoras e para a sociedade.

Sendo o sistema OBD e os *smartphones* os cenários mais comuns do uso de WSN por parte das seguradoras e veículos dos seus clientes (Tselentis et al., 2017), resta-nos identificar o cenário mais recente, a integração física de cartões SIM nas viaturas. O uso do telefone por parte dos automobilistas desde cedo foi considerado um comportamento perigoso e de risco, contudo a existência de conectividade constante tende a estar cada vez mais presente na sociedade. Neste seguimento, algumas marcas automóveis já começaram a disponibilizar veículos que permitem esta integração, desfrutando assim de praticamente todas as capacidades de um smartphone, como efetuar chamadas telefónicas, aceder à internet e outros serviços. Este progresso reforça novamente a ideia de que os veículos deixaram de ser apenas meios de transporte, e que as empresas de telecomunicação estão atentas e querem estar presentes neste processo de transformação digital. Neste seguimento, as seguradoras deverão identificar quais serão os dados que melhor revelam o risco que os condutores representam e cuja recolha apresente menores custos de implementação e de manutenção. Depois de estipulados esses dados, torna-se fundamental compreender quais os possíveis processos de transmissão desses dados para as próprias seguradoras, recorrendo à interoperabilidade das tecnologias de comunicação existentes.

2.3.2. TRANSMISSÃO DE DADOS

O funcionamento das tecnologias de comunicação baseia-se num conjunto de protocolos bem definidos pelo modelo de interconexão de sistemas abertos (Tabela 3), vulgarmente apelidado de modelo OSI, (Li et al., 2011). Este modelo de 7 camadas foi estabelecido oficialmente pela organização de normas da internacionais (ISO) e possui normas específicas para cada uma das suas camadas, utilizadas nas diversas etapas das comunicações máquina-máquina.

7 - Camada de Aplicação
6 - Camada de Apresentação
5 - Camada de Sessão
4 - Camada de Transporte
3 - Camada de Rede
2 - Camada de Ligação de Dados
1 - Camada Física

Tabela 3 - Modelo OSI

Fonte: Li et al. (2011)

Os problemas relacionados com a interoperabilidade entre ecossistemas IoT ocorrem em cada camada do modelo OSI devido à heterogeneidade dos dispositivos, aplicações e redes (Bello et al., 2017). A integração das diferentes tecnologias sem fios só foi possível com os diversos processos de normalização efetuados pela indústria computacional e das telecomunicações dedicados a cada camada deste modelo. A indústria automóvel também se tem mostrado atenta ao rápido desenvolvimento das redes móveis, possibilitando aos passageiros, o acesso à internet através das suas viaturas, recorrendo aos serviços de telecomunicações existentes. A comunicação entre os veículos e as suas seguradoras é atualmente um tema relevante não só para as marcas automóveis e seguradoras como também para as operadoras de telecomunicações em Portugal. Os protocolos definidos para cada camada do modelo OSI pretendem garantir a comunicação de dados de forma estável entre veículos e as organizações, onde as seguradoras se destacam como potenciais utilizadores desses dados.

Os progressos efetuados pelas organizações desenvolvedoras de normas (SDO) encontram-se principalmente focados na interconexão e interoperabilidade entre os dispositivos móveis e respetivos acessos à internet (Palattella et al., 2016), sendo que a componente de privacidade dos dados e a respetiva segurança de informação nunca deverá ser esquecida nos dados que são transmitidos. Para tal, a autenticação de ambas as entidades assim como a devida encriptação dos dados enviados continuarão a ser preocupações das operadoras de telecomunicações (Symantec, 2016). Para a Cisco (2015), a mitigação dos riscos associados à segurança requer obrigatoriamente uma coordenação entre a segurança física dos dispositivos e a segurança das redes de comunicação. No seguinte subcapítulo examinaram-se as duas principais tecnologias de comunicação e seus protocolos para a transmissão de dados entre veículos e seguradoras.

De forma a aumentar o potencial das WSN integrou-se estas redes de sensores com as redes sem fios de médio e longo alcance, tais como as redes Wi-Fi e as redes móveis. Uma vez que as WSN já foram apresentadas anteriormente, o presente subcapítulo debruça-se estes dois tipos de redes sem fios de maior alcance. Ambas capazes de transmitirem os dados das viaturas para as seguradoras, quer seja partindo do sistema OBD, de um smartphone, ou da própria viatura caso tenha um cartão SIM válido integrado. O uso de uma destas duas tecnologias ou até mesmo de ambas, devido à sua complementaridade, representa um elemento fundamental da comunicação de veículos, seguradoras e seus clientes. No capítulo seguinte será identificado o panorama das redes Wi-Fi (802.11) evidenciando a aplicabilidade dos protocolos 802.11p e 802.11ah no contexto específico deste estudo. De seguida, abordar-se-á a evolução das redes móveis até à tecnologia 4G (LTE / LTE-A) e as suas potencialidades para a comunicação veículos-seguradoras.

REDES WI-FI (802.11)

O *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) assume-se com a maior organização mundial de técnicos profissionais de diversos países a contribuir continuamente para o avanço tecnológico em prol da humanidade. Esta entidade responsabiliza-se pela definição das normas associadas aos desenvolvimentos tecnológicos globais que têm influenciado por completo o campo das comunicações sem fios. Desde então, o IEEE tem estabelecido diversas normas que definem as atuais redes Wi-Fi (802.11), sendo que, originalmente estas não foram desenhadas para responder aos requisitos do IoT (Palattella et al., 2016), uma vez que este ainda era um conceito imaturo ou praticamente desconhecido. Devido à crescente afirmação do IoT e das suas características, a conexão de um elevado número de dispositivos à internet, recorrendo a baixas transmissões de dados (Domazetović et al., 2016), tornou-se necessário criar normas apropriadas para este contexto. Enquanto a norma 802.11p se concentra nas comunicações entre veículos (V2V) e entre veículos e suas infraestruturas (V2I) (Prakash, 2015), a norma 802.11ah é mais abrangente e orientada à satisfação das exigências das comunicações máquina-máquina em geral, onde bastantes dispositivos e respetivas aplicações IoT comunicam entre si, contudo, ambos os protocolos podem ser vistos como complementares.

a) 802.11p

O desenvolvimento deste protocolo foi concebido para suportar a troca de mensagens entre veículos e respetivas infraestruturas em ambientes urbanos, contribuindo para o aumento não só da segurança dos veículos e seus passageiros como também da eficiência dos seus percursos rodoviários (Lv et al., 2016). O 802.11p atua diretamente sobre a 1ª e a 2ª camada do modelo OSI das comunicações V2V e V2I (Teixeira et al., 2014), este protocolo adequa-se às comunicações com baixas frequências (Hiertz et al., 2016). Segundo Tiwari et al., 2015, este protocolo possibilita as comunicações entre veículos que circulem até uma velocidade de 200 km/h. A privacidade dos veículos e seus passageiros é reforçada através da atribuição de um endereço MAC (2ª camada do modelo OSI) de forma aleatória a cada dispositivo assim como recorre à sua alteração de forma frequente (Hiertz et al., 2016). Uma vez que o endereço MAC se encarrega de identificar quem envia e recebe os pacotes de dados distribuídos pelos canais de comunicação partilhados (Khairnar & Kotecha, 2013) é de extrema importância que este processo ocorra de forma segura, assegurando a integridade dos pacotes de dados. Contudo, este protocolo ainda apresenta problemas relacionados com a escalabilidade e os atrasos na entrega de mensagens (Soleimani et al., 2017).

O facto destas normas ainda não serem aplicadas em todas as viaturas, deve-se principalmente ao facto de ainda se verificar degradação de performance com o aumento do número de dispositivos na rede e seus sistemas incorporados (Khairnar & Kotecha, 2013). No entanto, em ambientes mais controlados relativamente ao número de indivíduos dentro da rede, os progressos realizados por este protocolo possibilitaram que os veículos detetassem a posição e o movimento de outros veículos nas proximidades. Estes avanços proporcionam não só que o condutor tenha uma melhor abordagem às curvas com visibilidade reduzida como possibilita mesmo a paragem autónoma do veículo em situações consideradas perigosas, evitando assim colisões com outros veículos (Khairnar & Pradhan, 2014). Apesar do protocolo 802.11ah e das redes móveis possuírem uma maior cobertura de rede face a este protocolo, compreende-se que possam ser aplicados de forma complementar.

b) 802.11ah

Previo-se que o protocolo 802.11ah estivesse realmente desenvolvido e definido em 2016 (Domazetović et al., 2016), o que revela a sua prematuridade ainda no mercado. A criação deste protocolo surgiu como resposta à ineficiência energética das restantes versões dos protocolos 802.11 (Wang et al., 2017) e às dificuldades em suportar a comunicação entre muitos dispositivos em simultâneo (Khairnar & Kotecha, 2013). Este protocolo foi particularmente desenhado para suportar comunicações de longa distância entre um grande número de dispositivos conectados a um ponto de acesso, enquanto recorre a um novo método de poupança energética (Taneja, 2016). Segundo Akeela & Elziq (2017) as principais alterações trazidas por este protocolo, tal como acontece com o 802.11p, refletiram-se diretamente na otimização da 1ª e 2ª camada do modelo OSI.

A maioria dos protocolos 802.11 foram originalmente criados para oferecerem uma elevada taxa de transmissão, contudo ainda possuem grandes limitações relativamente ao número de dispositivos conectados (Khorov et al., 2014). Neste sentido, a criação do protocolo 802.11ah revelou-se fundamental para a satisfação desta necessidade juntamente com o aumento da eficiência energética das comunicações entre dispositivos IoT, continuando a desfrutar da isenção de licenciamentos associadas às redes Wi-Fi (Aust & Prasad, 2012). Os baixos custos inerentes a este protocolo e a sua extensa cobertura de rede tornara-o bastante atrativo para a integração de WSN em larga escala, onde o número de dispositivos envolvidos será bastante superior aos utilizados habitualmente pelos restantes protocolos 802.11 (Choi et al., 2013). O facto destas normas serem aplicáveis às infraestruturas existentes (Jain, 2016), revelou ser outra das vantagens para a integração de redes Wi-Fi e WSN de baixo consumo (Ahmed, 2016), demonstrando uma grande utilidade tanto na conectividade das viaturas como de qualquer outro dispositivo.

REDES MÓVEIS

Relativamente às redes móveis, as evoluções realizadas sobre as redes 2G (*GSM e GPRS*) deram origem ao aparecimento das redes 3G, hoje bastante comuns na sociedade e organizações. As redes 3G incluíram a tecnologia UMTS, que apesar dos seus diversos progressos revelou ainda fraca eficiência energética e pouca cobertura de rede assim como implicou *modems* dispendiosos (Gao et al., 2016). O aumento da velocidade trazido pelas redes 3G não conseguiu justificar o consumo excessivo de energia assim como os custos suportados pelos seus utilizadores (Palattella et al., 2016). As necessidades impostas a estas redes impulsionaram então o desenvolvimento das redes 4G ou, numa perspetiva mais técnica, redes LTE. O LTE surge como alternativa aos problemas relacionados com os consumos energéticos, cobertura de rede e velocidades de transmissão de dados (Soleimani

et al., 2017), sendo que as exigências técnicas do ITU (*International Telecommunication Union*), levaram a alguns aperfeiçoamentos LTE que deram origem ao LTE-A. Tanto o LTE como o LTE-A assumem-se hoje como alternativas viáveis ao desenvolvimento de aplicações tecnológicas baseadas nos veículos, oferecendo capacidades de rede superiores às versões anteriores (Soleimani et al., 2017). Sendo que a maior eficiência energética obtida pelo LTE-A, o tornou um forte candidato ao desenvolvimento de aplicações IoT orientadas aos veículos. Apesar dos progressos notáveis que originaram as redes LTE e LTE-A e da sua adequação às comunicações M2M, os modems utilizados ainda pecam pelos seus custos um pouco excessivos, inviabilizando parcialmente o uso desta tecnologia (Gao et al., 2016). No entanto, a próxima geração de redes móveis, já apelidada de 5G, assumirá uma melhor integração, uniformização e harmonia entre os diversos dispositivos, disponibilizando a conectividade adequada às soluções IoT, garantindo custos inferiores e melhores consumos energéticos (Palattella et al., 2016). A tecnologia 5G surgirá como um dos elementos chave na consolidação da interoperabilidade e acessibilidade das comunicações entre diferentes dispositivos, devendo ser uma das tecnologias de comunicação principais na transmissão de dados entre os veículos e seguradoras.

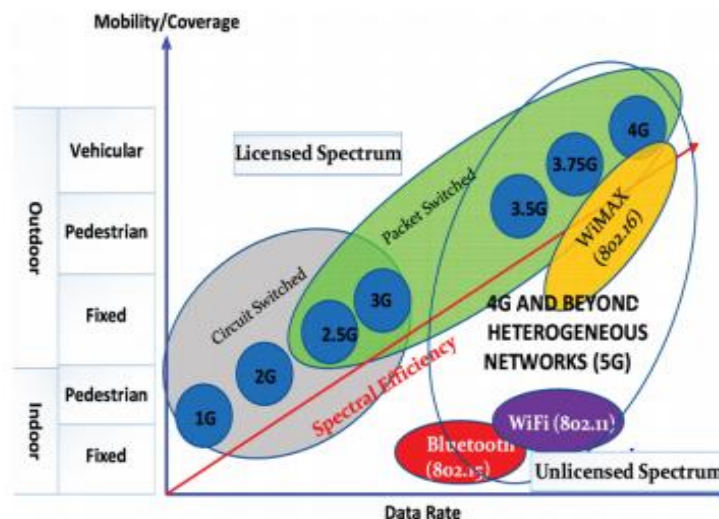


Figura 4 - Evolução das tecnologias sem fios.

Fonte: Nshimiyimana et al. (2016)

A imagem apresentada por Nshimiyimana et al. (2016) (Figura 5), ilustra a evolução das tecnologias sem fios, evidenciando não só o aumento de cobertura e mobilidade como também o aumento da taxa de transmissão de dados. O aumento da eficiência obtida por estes dois parâmetros, na continua evolução das tecnologias com e sem licenciamento demonstra os progressos que têm vindo a ser realizados neste setor. Contudo, as técnicas utilizadas para a transmissão de dados ainda estão a ser aperfeiçoadas e podem ser distintas de seguradora para seguradora, consoante a interface de comunicação e as parcerias estabelecidas com os operadores de telecomunicações. Após definidos os dados que serão aplicados sobre o algoritmo do risco automóvel assim como os seus processos de transmissão, torna-se fundamental abordar como serão armazenados esses dados.

2.3.3. ARMAZENAMENTO DOS DADOS

Ao abordar a etapa de armazenamento dos dados das viaturas, importa realçar os desafios inerentes ao *big data*. Segundo Sahu & Dhote (2016), o *big data* tem sido usado para descrever o enorme volume de dados que está sendo recolhido pelas diversas WSN e que devido às suas dimensões tem criado preocupações tanto no armazenamento como no processamento dos mesmos, quando suportados pelos tradicionais sistemas de gestão de bases de dados. A sua estreita relação com o IoT deve-se ao vasto conjunto de dados produzidos e transmitidos pelos dispositivos IoT, que posteriormente criam esses desafios no armazenamento e nas respetivas análises. O *big data* começou por ser caracterizado por 3 Vs - Volume, Variedade e Velocidade (Sagiroglu & Sinanc, 2013) - no entanto, devido às investigações realizadas sobre este conceito, foram acrescentaram outras características, tais como a Veracidade, a Variabilidade, o Valor e a Visualização (Jukié et al., 2015).

O volume de dados que é armazenado pelas organizações é cada vez maior, pois traduz-se regularmente na quantidade de informação disponibilizada para estas (Kaisler et al., 2013), neste seguimento, estima-se que em 2020, a quantidade de dados produzidos seja 44 vezes superior ao ano de 2009 (Gustafson & Sidney, 2012). No que diz respeito à velocidade com que os dados são transmitidos, as tecnologias de comunicação mencionadas têm se encarregue de transmissões de dados cada vez mais rápidas e eficientes, possibilitando o acesso aos dados dos veículos em tempo-real. Apesar desta característica se revelar útil para o cálculo do prémio automóvel, pois permite a monitorização do tráfego rodoviário no momento, compreende-se que o seu maior valor está associado aos casos de necessidade de assistência médica em caso de colisão e não propriamente ao setor segurador. No que diz respeito à variedade dos dados recolhidos, a diversidade de fontes de dados utilizadas refletiu-se num aumento da complexidade relativamente ao seu armazenamento. Esta diversidade levou a que estes dados fossem segmentados em 3 tipos - estruturados, semiestruturados e não estruturados - sendo que, 80% dos dados existentes são semiestruturados e não estruturados (Sahu & Dhote, 2016), dados estes que dificultam posteriormente o seu processo de análise. Os dados estruturados representam os primeiros dados a serem armazenados de forma organizada pelas organizações em bases de dados relacionais (McAfee & Brynjolfsson, 2012), permitindo pesquisas e análises eficientes. Por outro lado, os dados não estruturados são aqueles que devido aos seus formatos diversificados (imagens, ficheiros de áudio, vídeos, emails, PDF) dificultam não só o armazenamento destes, como também as pesquisas e as respetivas interpretações (Sagiroglu & Sinanc, 2013). Os dados semiestruturados, tal como o nome indica, são uma fusão dos 2 tipos mencionados, pois apesar de apresentarem alguns padrões que facilitam a sua separação e organização no momento do seu armazenamento (Sagiroglu & Sinanc, 2013). Percebemos então que os dados produzidos pelos veículos podem estar representados nestas 3 categorias, sendo que cabe às seguradoras definirem qual o conjunto de dados que pretendem armazenar e quais os que melhor contribuem para o seu processo de cálculo do prémio automóvel. No que diz respeito à veracidade dos dados, este atributo encontra-se diretamente relacionado com o valor destes, pois a sua exatidão e integridade é fundamental para que as seguradoras possam efetuar análises reais e com qualidade, pois a sua extração só possui valor informacional se estes forem reais. A variabilidade dos dados também é um tema de preocupação para as seguradoras pois os dados produzidos pelos veículos estão associados a rotinas, contudo, o comportamento dos condutores e respetiva viatura poderá variar bastante de dia para dia, consoante os seus percursos, a velocidade a que circula ou até mesmo conforme as condições meteorológicas existentes. Esta variabilidade dos dados apesar de não representar propriamente um problema para o seu armazenamento, representa dificuldades na

fase de análise dos mesmos. A combinação dos 6 fatores enunciados contribui fortemente para o último, a visualização dos dados, que, no entanto, simboliza uma das principais componentes da fase de análise dos dados, e como tal, será abordado com maior detalhe no capítulo seguinte.

A tecnologia IoT e o *big data* estão bastante presentes na revolução tecnológica que tem transformado a forma como os dados são habitualmente alojados, integrados e acedidos dentro das organizações, onde se tem verificado uma forte utilização de modelos de dados baseados no armazenamento em nuvem. As vantagens económicas oferecidas pelo armazenamento em nuvem, destacam-se pelo desaparecimento de grandes investimentos em servidores, eletricidade, ar condicionado, infraestruturas de rede, equipas de manutenção assim como das limitações de armazenamento, dando lugar ao serviço de aluguer destes recursos de acordo com as verdadeiras necessidades das organizações e o uso que estas fazem da sua infraestrutura tecnológica (Shimba, 2010). As estratégias organizacionais estão a caminhar cada vez mais para soluções de armazenamento em nuvem, de forma a obter-se uma maior eficiência dos seus recursos, uma vez que a infraestrutura tecnológica alugada poderá sempre ser utilizada na sua capacidade máxima graças à agilidade do armazenamento em nuvem. Esta agilidade possibilita o aumento ou a redução, praticamente instantânea, da capacidade de armazenamento, consoante as necessidades organizacionais. Atualmente, as empresas de pequena e média dimensão estão a aperceber-se de que o armazenamento em nuvem permite-lhes obter um rápido acesso a melhores aplicações de negócio e ao aumento de recursos através de custos pouco significativos (Subashini & Kavitha, 2011).

Segundo (Shimba, 2010; Goyal, 2014), o armazenamento em nuvem apresenta-se sobre os seguintes modelos:

a) Nuvem pública

Consiste numa infraestrutura disponibilizada e gerida por um fornecedor de serviços em nuvem, que é partilhada por vários utilizadores ou organizações. Este modelo oferece todos os recursos sob a forma de serviço, entregues através da internet, como exemplos de fornecedores de nuvens públicas temos a Google, a Amazon e a Microsoft que são exemplos de fornecedores de nuvens públicas onde são armazenados habitualmente dados do público em geral (Goyal, 2014). Apesar deste ambiente dispor de uma enorme eficiência na alocação dos dados assim como uma equipa técnica responsável pela manutenção da respetiva infraestrutura, o desconhecimento da localização física dos dados é encarado por algumas organizações como uma falha de segurança e de falta de privacidade dos dados, comprometendo a adoção deste modelo por parte de empresas como os hospitais ou as seguradoras, pois ambos trabalham com dados sensíveis.

b) Nuvem privada

Consiste numa infraestrutura utilizadas apenas uma organização específica, podendo esta ser gerida pela própria organização ou pelo seu fornecedor de serviços em nuvem (Goyal, 2014). Esta infraestrutura pode situar-se tanto nas instalações da seguradora como do seu fornecedor, havendo sempre o conhecimento da localização dos dados, garantindo uma maior segurança comparativamente à nuvem pública (Goyal, 2014), revelando-se viável para organizações com elevadas obrigações relativamente à proteção de dados, como acontece com as seguradoras.

c) Nuvem híbrida

Consiste numa infraestrutura partilhada por duas ou mais organizações que possuam interesses comuns, em termos de requisitos de segurança e de conformidades reguladoras (Mell & Grance, 2011). Os custos deste modelo podem ser assim distribuídos pelos diversos utilizadores da nuvem, tal como acontece nas nuvens públicas, embora nessas os custos estejam ainda mais repartidos (Goyal, 2014). Esta solução poderá ser gerida tanto pelas organizações da comunidade como por um fornecedor externo, ou ainda por ambos, assim como a localização da sua infraestrutura física poderá estar dentro ou fora das instalações de cada elemento da comunidade.

d) Nuvem comunitária

Esta é constituída por duas ou pelas três nuvens (pública, privada ou comunitária) e recorre a uma tecnologia padronizada que possibilita a portabilidade dos dados entre nuvens, usufruindo assim das vantagens de cada uma (Mell & Grance, 2011), assim como possibilita uma alocação dos dados diferenciada, consoante o seu valor e criticidade.

Compreende-se que este último modelo será talvez o que apresente maior flexibilidade, e em simultâneo, melhores alternativas de armazenamento dos dados para as organizações, revelando-se assim como o mais indicado para as instituições seguradoras que pretendam adotar a tecnologia IoT. Segundo Mell & Grance (2011), independentemente do tipo de nuvem, os diversos serviços disponibilizados pelos fornecedores encontram-se caracterizados em 3 modelos:

- **Infrastructure as a Service (IaaS).**

Consiste na entrega de infraestruturas de armazenamento e computacionais como um serviço, permitindo evitar a compra de servidores, espaço físico para o/os *datacenters* ou equipamentos de rede, pois todos estes podem ser alugados através da internet num formato de serviço de subscrição, com custos inferiores aos de algumas compras definitivas (Subashini & Kavitha, 2011).

- **Platform as a Service (PaaS)**

Consiste numa plataforma computacional onde são vendidas diversas soluções em formato de serviço de subscrição, através da internet. Estas soluções facilitam o uso de determinadas aplicações sem implicar os custos e a complexidade da compra e gestão do hardware e software necessário, como exemplos disso temos a GoogleApps (Subashini & Kavitha, 2011) e o Microsoft Azure (Choudhary & Vithayathil, 2013).

- **Software as a Service (SaaS)**

O SaaS representa as aplicações que operam num ambiente em nuvem e onde é fornecido um serviço direto aos seus clientes (Lenk et al., 2009), neste modelo os fornecedores disponibilizam licenças para que os clientes utilizem determinadas aplicações, como por exemplo a aplicação de CRM disponibilizada pela Salesforce (Subashini & Kavitha, 2011).

As infraestruturas tradicionais de armazenamento de dados não serão capazes de responder às necessidades impostas pela tecnologia IoT, pois os seus custos de manutenção e aquisição de novo hardware tornam estas infraestruturas economicamente insustentáveis quando comparadas com os serviços de armazenamento em nuvem já disponibilizados. Segundo a Gartner (2016), a adoção da computação em nuvem, que envolve o armazenamento com o processamento dos dados, já se tornou o principal foco das despesas tecnológicas das organizações e estimou-se, que quase metade das grandes empresas terão implementadas nuvens híbridas até o final de 2017. Os avanços da virtualização, do hardware, dos processos de normalização, dos softwares abertos e da internet tornaram a computação em nuvem uma realidade e um grande catalisador do sucesso das empresas que utilizam a internet como principal ferramenta do seu negócio, tais como a Google, Microsoft e Amazon Web Services (Accenture, 2010). A adoção da computação em nuvem deve ser vista como uma das medidas de preparação das seguradoras para a incerteza relativamente à quantidade de dados que terão de gerir. Esta gestão envolve não só o armazenamento como o tipo de análises que serão feitas sobre os dados recolhidos das viaturas, onde deverá estar sempre garantida a informação e conhecimento gerado por essa fase de análise.

2.3.4. ANÁLISE DOS DADOS

Nesta fase, destinada à criação de valor e atribuição de significado aos dados acedidos, a transformação dos dados em informação relevante para futuras ações da organização uma peça chave, sendo que uma transformação incorreta desses dados arruinar qualquer empresa. O enorme volume de informação gerado pelas viaturas e seus componentes permite uma maior diversidade das análises utilizadas para a identificação do risco automóvel suportado pela seguradora. O aumento dos dados que podem ser acedidos pelas organizações estimulou-as a recorrerem cada vez mais às tecnologias de informação emergentes, onde são aplicadas nas análises em tempo-real ou em modelos preditivos.

Uma vez que a análise de risco implica toda uma componente de análise de dados, o aparecimento dos dados provenientes dos veículos, permitiu realizar análises de risco mais conclusivas, embora também mais complexas, sobre o processo de cálculo do prémio automóvel. No contexto atual, o propósito destes novos dados não é substituir totalmente os dados já aplicados pelas seguradoras neste algoritmo, mas sim complementá-los através do aumento do número de variáveis (dados) utilizadas. A introdução destes dados resulta obviamente numa redução do peso das variáveis tradicionais, atribuindo espaço às novas, no entanto, consoante a estratégia de negócio de cada seguradora e a respetiva confiança depositada nestes novos dados, serão definidos diferentes pesos para cada variável. Neste âmbito, importa destacar a disciplina da ciência dos dados, que se encontra focada nos processos e sistemas que permitem a extração de conhecimento e intuições sobre os dados obtidos, quer sejam estes estruturados, semiestruturados ou não estruturados (Kaisler et al., 2013). A ciência dos dados responsabiliza-se por todo o processo de análise dos dados e respetiva extração de conhecimento (Jurney, 2013), esta ciência apresenta-se como multidisciplinar uma vez que envolve disciplinas como a estatística, *data mining* e a *machine learning* (Donoho, 2015). As técnicas de *data mining* aplicadas têm sido fundamentais para a extração de conhecimento dos dados recolhidos, pois incidem sobre as áreas de investigação relacionadas com o reconhecimento de padrões, as bases de dados e a visualização desses dados (Kohavi, 2000).

O objetivo de tornar a tecnologia IoT mais inteligente levou à introdução de diversas tecnologias analíticas, onde disciplina de *data mining* se revelou como uma das mais valiosas, pois debruça-se sobre a descoberta de padrões dentro de um grande volume de dados, recorrendo a algoritmos para a extração de informação desconhecida (Chen et al., 2015). Apesar desta tecnologia analítica não ser novidade no seio das seguradoras, uma vez que já foi integrada em parte dos seus processos de negócio, o seu potencial para a criação de conhecimento proveniente destes novos dados é evidente, como tal, estes novos dados apenas vieram reforçar o seu uso na sofisticação do algoritmo do prémio automóvel. Assumindo que o objetivo de qualquer processo de *data mining* passa por construir um modelo preditivo e descritivo de um vasto conjunto de dados que possibilite explicar não só os dados existentes como também permite generalizar novos dados (Chen et al., 2015), compreende-se que esta disciplina se enquadra por completo nesta fase de análise de dados. As técnicas de *data mining* permitem não só descrever os dados obtidos pelas viaturas como também conseguem prever parte dos comportamentos futuros dos automobilistas. Segundo Chen et al. (2015), o processo de *data mining* pode ser dividido em 3 fases principais, a preparação dos dados (1), a atribuição de significado aos dados (2) e por último a apresentação dos dados (3).

A fase de preparação dos dados diz respeito ao subcapítulo anterior, que consiste na agregação dos dados provenientes dos diferentes sensores e dos diversos veículos, assim como deve encarregar-se da limpeza do “ruído” existente nos dados, de forma a facilitar a etapa que se segue, a atribuição de significado e valor aos dados em estudo. A segunda fase, recorre à aplicação de algoritmos específicos sobre os dados já devidamente preparados, possibilitando a identificação de padrões dentro dos conjuntos de dados analisados. No contexto segurador, a identificação de padrões comportamentais dos seus clientes permite entender e quantificar melhor o risco automóvel que cada um representa e assim como a influência destes novos fatores de risco no respetivo prémio. A última fase deste processo, encontra-se focada na visualização da informação que foi gerada através da produção de gráficos e relatórios, esta apresentação visual dos dados permite que os seus utilizadores finais detenham um maior conhecimento do risco de cada cliente, possibilitando tomadas de decisão mais conscientes sobre alguns dos processos de negócio da organização.

Uma vez que os dados produzidos pelos dispositivos IoT serão superiores àqueles que os humanos serão capazes de processar (Earley, 2015), compreende-se que estes processos de análises terão cada vez menos intervenção humana e mais trabalho automatizado. Os algoritmos aplicados pelo *machine learning* incidem sobre a deteção automatizada de padrões significativos dentro de um conjunto de dados (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014). Compreende-se então que a otimização dos processos analíticos das seguradoras implica investimento numa infraestrutura tecnológica que suporte o uso de técnicas de *data mining* e de modelos de *machine learning* sobre o cálculo do prémio automóvel. O enorme volume de informação gerado e a possibilidade desta informação ser processada e analisada mensalmente, diariamente ou até mesmo em tempo real, envolve obrigatoriamente algoritmos de *machine learning*, ou seja, é necessária uma transformação dos tradicionais algoritmos do risco automóvel e respetivas análises de risco. A complexidade da análise de tarefas humanas como a condução e a necessidade de adaptação contínua destas análises, também incentivaram o uso de programas capazes de aprenderem e melhorarem os seus processos analíticos de forma autónoma baseando-se na sua experiência com dados anteriores (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014).

Os algoritmos de *machine learning* utilizados, encontram-se cada vez mais viáveis e robustos, apoiando os modelos preditivos das organizações, recorrendo aos métodos de *data mining* que incluem as análises de classificação, de regressão e de distribuição de probabilidades (Alsheikh et al., 2014) assim como os métodos de associação, de clusters e deteção de eventos invulgares (Chen et al., 2015). A integração destas técnicas de *data mining* e *machine learning* permitiu que as seguradoras usufríssem de análises avançadas de forma automatizada, proporcionando otimizações constantes no processo de cálculo do risco automóvel. A diversificação destes métodos permite às seguradoras escolherem quais os métodos a aplicarem consoante os modelos pretendam reproduzir e a informação que pretendam descobrir. A visualização da informação tem implicado representações cada vez mais inteligentes e dinâmicas de forma a que os fatores de risco e os padrões comportamentais dos condutores sejam claramente identificados. Apesar da produção de relatórios e gráficos ser particularmente importante para a componente atuarial da organização, o conhecimento gerado pelos novos dados, pode ainda ser distribuído pelos restantes departamentos da organização e possivelmente integrado noutros processos de negócio da seguradora caso o justifiquem, tais como, os processos de marketing, os processos de vendas e/ou os processos de gestão de queixas e reclamações. No entanto, a disseminação deste conhecimento por toda a seguradora, representa desafios no que diz respeito à segurança da informação partilhada devido ao

seu carácter sensível (Chen et al., 2015). A única forma de garantir análises realistas e fidedignas por parte das seguradoras, é assegurando a qualidade e veracidade dos dados obtidos durante o seu percurso de extração, transmissão e armazenamento. A segurança e respetiva otimização de todos estes processos contribui não só para a valorização do investimento realizado na tecnologia IoT e respetivos modelos analíticos, como também permite aumentar a qualidade dos produtos e serviços oferecidos, através de uma melhor experiência dos seus clientes. Todo este processo de análise dos dados e consequente otimização do cálculo do prémio automóvel deve ser visto como um processo de melhoria contínua, pois os ambientes tecnológicos e organizacionais encontram-se em constante mudança, e como tal, ambos terão de se adaptar.

O rápido desenvolvimento tecnológico causado pela convergência da evolução do poder de cálculo, da expansão das capacidades de armazenamento e dos avanços das tecnologias de redes, permitiram às organizações a recolha, o processamento e a interligação de dados de forma expansiva (Tikkinen-Piri et al., 2017). Com o aumento da quantidade de dados disponibilizados e o crescente valor destes para os processos de negócio das organizações, a segurança e privacidade dos dados começou a ser fundamental ao longo de todo o fluxo, desde recolha até à respetiva fase de análise.

2.4. IMPACTO DO RGPD NOS PROCESSOS DE NEGÓCIO DAS SEGURADORAS

No caso das seguradoras, tal como mencionado anteriormente, os dados que podem hoje ser recolhidos dos clientes e das suas viaturas apresentam um carácter cada vez mais sensível e pessoal, o que tornou essencial assegurar que a privacidade destes dados seja respeitada. Neste sentido, em 2009 iniciaram-se os primeiros desenvolvimentos do Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD), que por sua vez, suportaram a proposta oficial da Comissão Europeia para este regulamento publicada em 2012 (de Hert & Papakonstantinou, 2016). No entanto, o RGPD foi efetivamente oficializado em abril de 2016 (Lachaud, 2017), sendo que apesar disso, apenas entrará em vigor em maio de 2018 (Tikkinen-Piri et al., 2017).

O RGPD surge como resposta aos desafios criados pela necessidade de proteger os dados dos cidadãos e de reforçar os seus direitos de privacidade na internet, estimulando o desenvolvimento da economia digital na Europa e promovendo a harmonização legislativa referente a este tema, nos vários estados membros da UE (Tikkinen-Piri et al., 2017). Uma vez que cada estado membro possui uma autoridade de supervisão alusiva à proteção dos dados, a harmonização solicitada pelo RGPD consiste na cooperação entre estas autoridades. O RGPD acarreta alterações não só para as organizações em geral como também para estas autoridades, sendo que no caso de Portugal, a CNPD deparou-se com novas responsabilidades face às suas tarefas de fiscalização, onde ganharam maior autonomia para a aplicação de coimas sobre as organizações que não cumpram o regulamento (CNPd, 2017).

O cumprimento do RGPD, por parte das organizações, exige a alocação de recursos financeiros e humanos na revisão e reestruturação dos seus processos assim como na realização de formações para os seus funcionários relativamente a este tema (Tikkinen-Piri et al., 2017). Para os indivíduos, como os segurados, o RGPD pretende proporcionar-lhes mais e melhores capacidades de controlo e de gestão dos seus dados pessoais (Mantelero, 2013), atribuindo-lhes um papel preponderante na utilização desses dados por parte das organizações, uma vez que terão de autorizar previamente o uso dos seus dados para o fim específico a que se destina.

Embora as novas tecnologias e serviços tenham proporcionado benefícios tanto as organizações como para os seus clientes, também representam sérios riscos de privacidade sobre os dados, podendo refletir-se na diminuição da confiança dos indivíduos sobre as organizações que recolhem, processam e utilizam estes dados para a produção dos seus serviços (Tikkinen-Piri et al., 2017). Esta falta de confiança pode ainda gerar um abrandamento do desenvolvimento da inovação relativamente ao uso e adoção de novas tecnologias (Reding, 2010), assim como pode significar a perda de novas oportunidades de negócio, caso não sejam implementadas práticas de proteção de dados apropriadas pelas organizações (Tikkinen-Piri et al., 2017). Para as seguradoras, compreende-se que a confiança dos seus clientes nos seus produtos e serviços é fundamental para que os automobilistas aprovelem a recolha e o tratamento de dados dos seus veículos. Como tal, ambas as partes estão interessadas na proteção e confidencialidade destes dados, sendo que no caso destes serem recolhidos em tempo real, o seu valor será ainda maior e por isso, mais fundamental será esta segurança da informação. Neste contexto, o RGPD promove a inclusão da componente de privacidade dos dados logo fase de desenho dos sistemas de informação organizacionais bem como em todas as suas práticas de negócio (Tikkinen-Piri et al., 2017).

A introdução do RGPD obriga as seguradoras a reverem e reestruturarem os seus processos de negócio, pois as empresas que recolhem, processam e utilizam dados pessoais encontrar-se-ão obrigadas a cumprir este regulamento, devendo então prepararem-se proactivamente estas mudanças (Tikkinen-Piri et al., 2017). Dada a extensividade do RGPD, a CNPD (2017) apresentou 10 medidas cujas organizações, tal como as seguradoras, deverão tomar para se encontrarem em harmonia com o novo regulamento europeu. Neste sentido, estas medidas foram consideradas e adaptadas ao contexto segurador da seguinte forma:

1. Informação aos titulares dos dados

A informação que é fornecida aos titulares dos dados deve ser revista, pois o RGPD obriga as organizações a prestarem informações detalhadas aos respetivos titulares dos dados acerca da base legal do tratamento que é feito dos dados e dos prazos de conservação dos mesmos. De forma a proporcionar uma maior transparência no tratamento dos dados, as informações fornecidas pelas seguradoras para os seus clientes, devem ser apresentadas de forma concisa, inteligível e de fácil acesso, recorrendo a uma linguagem clara e simples. Estas exigências do RGPD implicam, portanto, uma revisão e presumível reformulação das políticas de privacidade das seguradoras assim como de todos os textos que prestem informação aos titulares dos dados, garantindo sempre a disponibilização da informação exigida por lei.

2. Direitos dos titulares dos dados

Os direitos dos titulares foram alargados face à atual diretiva europeia referente, tendo o RGPD incluído o direito à limitação do tratamento dos dados, o direito à portabilidade e o direito à eliminação dos dados. Desta forma, o cumprimento destas novas obrigações exige que as seguradoras efetuem processos de manutenção sobre a informação que retêm, num formato estruturado, de uso corrente e de leitura automática. Assim como deverão incluir a criação de procedimentos de comunicação sólidos e eficazes com as entidades terceiras a quem sejam transmitidos estes dados, de modo a garantir o cumprimento dos novos direitos dos titulares.

3. Consentimento dos titulares dos dados

O consentimento dos titulares deve ser explícito para o propósito específico do tratamento de dados, servindo este consentimento como base legal para esse tratamento. Caso o atual tratamento dos dados não possua o consentimento evidente dos titulares, de acordo com as exigências do RGPD, será imprescindível obter um novo consentimento para que este tratamento de dados não se torne ilícito. Uma vez que a recolha de dados dos veículos é um tema recente em Portugal, adoção de prémios de seguro baseados no uso das viaturas implica que os respetivos contratos incluam a autorização dos titulares destes dados para a sua recolha.

4. Dados sensíveis

Por lei o tratamento de dados sensíveis é proibido, contudo, esta lei não se aplica aos casos onde o titular dos dados expresse o seu consentimento para o tratamento desses dados pessoais. Neste contexto, as seguradoras que pretendam recorrer à extração de dados dos veículos devem incorporar nos seus contratos de seguro, de forma clara, as finalidades do tratamento de dados, tais como o processo de identificação do perfil de risco e o processo de cálculo do prémio de seguro automóvel.

5. Documentação e registo de atividades de tratamento

Todas as atividades relacionadas com o tratamento de dados pessoais devem estar registadas de forma detalhada, permitindo demonstrar o cumprimento das obrigações do RGPD. Esta nova medida aplica-se também às entidades subcontratadas, responsáveis pelo tratamento dos dados ou por parte desse tratamento, pelo que todo este processo deve ser revisto de forma a que seja identificado que é necessário corrigir e adaptar às exigências deste regulamento.

6. Contratos de subcontratação

No seguimento do ponto anterior, o RGPD veio também especificar alguns conteúdos que devem ser incluídos nos contratos de subcontratação, um vasto conjunto de informações são exigidos pelo que se compreende que estes contratos também devem ser revistos e reformulados para que estejam de acordo com o novo regulamento. Caso as seguradoras decidam subcontratar uma ou mais entidades para o tratamento dos dados provenientes dos veículos dos seus clientes, estas empresas subcontratadas deverão certificar-se que existe consentimento por parte dos clientes das seguradoras nos contratos estabelecidos, evitando que sejam acusadas dum tratamento de dados ilícito.

7. Encarregado de proteção de dados

Com a introdução do RGPD, as seguradoras ficam obrigadas a destacar um responsável interno para a proteção dos seus dados. Esta atribuição deve ocorrer com a maior antecedência possível para que este possa ainda desempenhar um papel ativo no cumprimento das obrigações legais do RGPD durante esta fase de transição.

8. Medidas técnicas e organizativas para a segurança do tratamento de dados

As seguradoras devem rever as suas políticas e práticas organizacionais para que possam ser identificadas as não conformidades com o novo regulamento. Após identificadas estas lacunas, as seguradoras devem adotar medidas técnicas e organizativas que permitam assegurar os níveis de segurança adequados ao tratamento que é feito dos dados.

9. Proteção de dados desde a conceção e avaliação do impacto

De acordo com o RGPD, o tipo de tratamento de dados definido pelas seguradoras (inovadoras) para o processo de cálculo do prémio automóvel deve ser rigorosamente

analisado relativamente à sua natureza, ao seu contexto e aos potenciais riscos para os titulares dos dados. Esta análise suporta a adoção de medidas de pseudonimização, minimização dos dados, cumprimento dos prazos de conservação ou acessibilidade dos dados, caso sejam identificados riscos significativos para os titulares. A aplicação destas medidas deve ocorrer consoante os riscos e o impacto calculados sobre os direitos dos cidadãos.

10. Notificação de violações de segurança

As seguradoras estão obrigadas a incorporar procedimentos internos e ao nível da subcontratação, baseados na deteção, identificação, investigação de circunstâncias, medidas mitigadoras, circuitos de informação entre o responsável e o subcontratante e respetiva notificação à CNPD, de eventuais casos de violação de dados pessoais. Sendo que apenas devem ser reportadas à CNPD e aos titulares, as violações que apresentem riscos significativos para os direitos dos titulares.

As alterações exigidas pelo RGPD terão um impacto significativo nas seguradoras pois obriga-as a redesenharem os seus processos de negócio, contudo, estas alterações também pretendem reforçar a confiança dos clientes sobre as seguradoras, nesta era digital. Segundo Lachaud (2017), o RGPD deve ser visto ainda como um instrumento regulatório que veio introduzir a possibilidade de as organizações obterem certificações em matéria de proteção de dados. No contexto segurador, entende-se que esta certificação será essencial para as seguradoras que pretendam aplicar a tecnologia IoT no cálculo do prémio automóvel, na medida em que poderão garantir aos seus clientes, que os seus processos de tratamento de dados se encontram de acordo com o RGPD.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a estratégia de investigação definida pelo autor para a concretização dos objetivos propostos inicialmente para este estudo. Apesar da valiosa contribuição da revisão de literatura, a estratégia tomada envolve ainda outros processos de recolha de dados assim como as respetivas análises.

Uma vez que existe falta de conhecimento específico associado ao uso da tecnologia IoT pelas seguradoras em Portugal, optou-se por realizar entrevistas a essas seguradoras, tendo como finalidade a confirmação do estado da arte em Portugal, anteriormente identificado. As entrevistas direcionaram-se à gestão de topo e responsáveis técnicos do ramo automóvel, onde se tentou compreender quais as futuras abordagens estratégicas face à adoção da tecnologia IoT no cálculo do prémio automóvel. A relevância do RGPD e seu impacto nos processos de negócio também foram temas abordados e que pretendem contribuir para uma análise mais completa da informação recolhida através destas entrevistas.

A observação e análise sobre um estudo de caso de uma seguradora que já recorresse ao cálculo do prémio automóvel sustentado pela tecnologia IoT, pretendeu realçar as vantagens que podem ser alcançadas pela otimização do método tradicional de cálculo do prémio automóvel. Levando em conta a revisão de literatura feita, o caso de estudo incidiu sobre a seguradora norte americana *Progressive*, devido à sua experiência e presença consolidada neste mercado. A sua evolução foi identificada assim como as variáveis e tecnologias utilizadas no produto automóvel disponibilizado par aos seus clientes.

Por último, para apresentar um desenho conceptual do que deverá ser uma arquitetura de sistemas de informação baseada na tecnologia IoT e orientada ao cálculo do prémio automóvel, recorreu-se não só à revisão de literatura como também se aplicou a *Soft System Methodology* (SSM). Uma vez que a descrição de um sistema deve ser utilizada nas organizações para compreender, ensinar, redesenhar, melhorar, otimizar e controlar o sistema ou qualquer um dos seus subsistemas (Reisman & Oral 2004), assumimos que a utilização da SSM se apresenta como a mais indicada para a análise dos requisitos de sistema de cálculo do prémio automóvel baseado na tecnologia IoT assim como suporta o processo de desenho do modelo conceptual associado. Quando o objetivo endereça os problemas de gestão, onde a análise de sistemas desempenha um papel fundamental, existem duas metodologias fundamentais às quais importa recorrer (Reisman & Oral, 2004), a saber:

- *Soft System Methodology* (SSM) – modelo conceptual;
- *Hard System methodology* (HSM) – modelo formal.

3.1. SOFT SYSTEM METHODOLOGY

A SSM deve ser encarada como uma abordagem genérica e sistemática para a resolução de situações problemáticas mal definidas nos sistemas que envolvam atividades humanas (Simonsen, 1994). A SSM encarrega-se da identificação detalhada do problema e da definição dos requisitos do sistema, possibilitando a comparação entre o funcionamento do atual sistema e de como este deveria funcionar (Kirk, 1995; Wilson, 2001). Para Gonçalves (2011), a complexidade da análise de sistemas e a respetiva identificação de problemas, englobam tanto a presença humana como a respetiva interação entre a sociedade e os sistemas de informação das organizações. A interação entre ambas as partes tem levado a que os sistemas se tornem cada vez mais abertos e dinâmicos (Reisman & Oral, 2004), dificultando consequentemente todo o processo de análise de requisitos, pois os seus componentes encontram-se em constante alteração.

A utilidade da SSM já foi validada de diferentes formas assim como a sua capacidade para identificar problemas organizacionais de uma forma estruturada. Esta metodologia inicia-se com a construção de uma figura representativa da situação problemática em análise (Wilson, 2001). Desta forma, a descrição do sistema de cálculo do prémio automóvel das seguradoras em Portugal recorre à SSM através das respostas às seguintes questões (Reisman & Oral, 2004):

1. Qual é o problema real?
2. Quais são os objetivos a atingir, tendo em conta a perceção da situação atual do problema?
3. Quais são os constrangimentos?
4. Quem são os intervenientes?
5. Quem são os beneficiários?
6. Quem são os reguladores?
7. Qual é o sistema e quais os ambientes envolvidos?
8. Como vai o sistema realizar as suas funções?
9. Quais os seus subsistemas?
10. Quais deverão ser os critérios de avaliação do sistema?

A resposta a estas dez questões permite não só caracterizar o sistema como também se mostra capaz de fornecer os requisitos necessários para apresentar um modelo conceptual do que deverá ser um sistema de informação para o prémio automóvel, baseado na tecnologia IoT. Após identificados os requisitos do sistema e desenhado o modelo conceptual, estão criadas as condições para que no futuro possa ser aplicada a *Hard System Methodology* (Reisman & Oral, 2004), uma vez que a HSM possui como principal ponto de partida, os problemas já estruturados e objetivos bem definidos para o sistema em análise (Simonsen, 1994).

3.2. PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO

O processo de investigação apresentado neste capítulo baseia-se na transformação dos objetivos inicialmente propostos, em questões pertinentes para este estudo e sua conclusão. Neste sentido e de acordo com os 5 objetivos, pretendeu-se responder às seguintes questões:

Questão 1: As instituições seguradoras portuguesas estão interessadas em aproveitar as potencialidades da tecnologia IoT para uma otimização do cálculo do risco automóvel?

Questão 2: Quais os dados/variáveis que representam maior potencial e influência sobre o processo de cálculo do prémio automóvel e do risco estimado?

Questão 3: As empresas seguradoras encontram-se preparadas para responder ao RGPD?

Questão 4: Qual foi a evolução de uma seguradora que disponibilize prémios de seguro automóvel dinâmicos consoante o uso que é feito dos veículos dos seus clientes?

Questão 5: Existe a possibilidade de apresentar um desenho conceptual referente a uma arquitetura de um sistema de informação para o cálculo do prémio automóvel das seguradoras em Portugal, baseado na tecnologia IoT?

As respostas a estas questões foram estruturadas de acordo com o esquema apresentado (Figura 6).

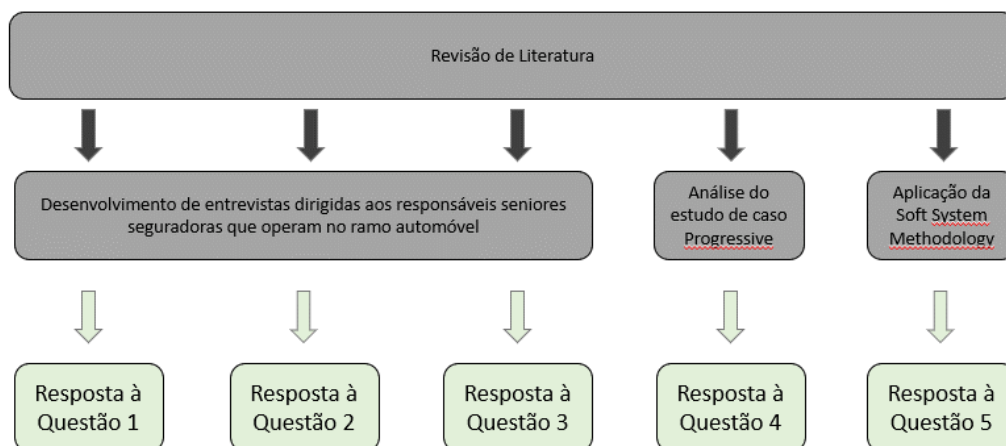


Figura 5 - Processo de Investigação.

Fonte: Elaboração do autor deste estudo

Tal como já referimos, as entrevistas elaboradas foram devidamente construídas de forma a conseguirem esclarecer e suportar as respostas às questões 1, 2 e 3. Uma vez que a tecnologia IoT não se encontra consolidada no ramo automóvel do sector segurador português, recorreu-se à análise do estudo de caso do modelo de negócio da *Progressive* aplicado sobre o cálculo do prémio automóvel. O estudo de caso pretende assim complementar a revisão de literatura efetuada e sustentar a resposta à questão 4. Por último, a questão 5 foi suportada pela revisão de literatura e pela aplicação da SSM no desenho conceptual daquilo que deverá ser uma arquitetura IoT dirigida ao processo de cálculo do prémio automóvel das seguradoras.

3.3. RECOLHA DOS DADOS

3.3.1. ENTREVISTAS

O processo de recolha de dados ocorreu entre 15 de agosto e 15 de setembro de 2017 e baseou-se na realização de entrevistas estruturadas. Tal como mencionado anteriormente, estas entrevistas destinaram-se à gestão de topo e responsáveis técnicos pelo cálculo do prémio automóvel das instituições seguradoras presentes no ramo automóvel em Portugal. Segundo Saunder et al. (2009), o uso de entrevistas apresenta-se como um método valioso para a obtenção de dados válidos e de confiança que sejam relevantes para as questões definidas pelo autor (1, 2 e 3). As entrevistas foram divididas em 3 secções, tendo cada uma destas, relação direta com as questões definidas no processo de investigação. Neste sentido, durante entrevistas abordaram-se as seguintes questões:

- Qual a perceção das seguradoras acerca da exatidão do atual cálculo do risco automóvel, face ao risco que os condutores representam diariamente?; Encaram a tecnologia IoT como um elemento chave na vossa aproximação ao risco automóvel?; Pretendem integrar a tecnologia IoT no contexto automóvel? Se sim, daqui a quanto tempo?; Consideram os custos de implementação excessivos face às vantagens que podem ser alcançadas?
- Quais os dados que consideram mais relevantes extrair dos veículos para uma otimização do cálculo do prémio automóvel?; Qual o peso que estes novos dados devem ter no algoritmo?
- Qual a opinião das seguradoras face ao enquadramento legal referente ao uso da tecnologia IoT no cálculo do prémio automóvel?; Consideram que o RGPD veio limitar a utilização dos dados recolhidos pela tecnologia IoT?

A normalização destas questões possuiu como finalidade a obtenção de respostas generalizadas. A disponibilidade das seguradoras para a realização destas entrevistas confirmou-se complicada e até mesmo impossível em certos casos, ainda que o anonimato das suas respostas estivesse garantido.

3.3.2. ESTUDO DE CASO DA *PROGRESSIVE*

A análise de um estudo de caso deve basear-se num processo de investigação empírica de um fenómeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, recorrendo a diversas fontes de evidências (Saunders et al., 2009). Os estudos de caso tendem a ser seletivos, pois focam-se apenas em uma ou duas questões que se revelem fundamentais para a compreensão do sistema que está a ser examinado (Tellis, 1997). Neste seguimento e uma vez que o cenário pretendido pelo autor deste estudo não consolidado em Portugal ainda, o autor baseou-se na análise do estudo de caso da seguradora *Progressive*. A escolha desta seguradora deveu-se à sua estratégia bem definida no âmbito da tecnologia IoT e à sua presença forte e consolidada no mercado segurador automóvel norte americano. Uma vez que cada investigação deve possuir uma estratégia analítica para conduzir o investigador sobre o que deve ser analisado e porque razão (Yin, 1994), neste contexto analisaremos a sua evolução no mercado em termos financeiros e os diversos desenvolvimentos do seu produto automóvel. A causa destas análises relaciona-se com a confirmação do sucesso da estratégia tomada pela seguradora assim como da constante procura por uma identificação mais real do risco automóvel através das capacidades disponibilizadas pela tecnologia IoT.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são apresentados os resultados provenientes das entrevistas colocados às diversas seguradoras do ramo automóvel assim como ainda será analisado e equiparado o contexto da seguradora *Progressive* com o tradicional modelo de negócio das seguradoras que operam no ramo automóvel em Portugal.

4.1. ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

Segundo dados fornecidos pela ASF, em 2016, as 10 seguradoras com maior produção de seguro automóvel representavam aproximadamente 91,6% da quota total de mercado, estando estas devidamente identificadas. Neste âmbito, o esforço do autor em obter dados que fossem significativos do panorama geral deste ramo relativamente ao tema deste estudo, levou-o a entrevistar seguradoras que se situassem dentro deste grupo. Apesar da fraca adesão por parte das seguradoras, conseguiram-se concretizar 4 entrevistas que, ainda que não tenham possibilitado uma total uma generalização das intenções do mercado segurador, permitiram o registo de observações relevantes. O uso de entrevistas estruturadas proporcionou assim uma análise descritiva, embora pouco representativa, do panorama segurador atual no ramo automóvel face à adoção das TIC emergentes. O desconforto das seguradoras quanto à divulgação de informação relativa à futura estratégia de negócio deveu-se à enorme competitividade deste segmento do mercado, tal como observado no início da revisão de literatura, e à relevância deste tópico para a sustentabilidade da organização.

Das respostas obtidas à primeira secção das entrevistas, as opiniões dividiram-se relativamente à representatividade dos atuais processos de cálculo do prémio automóvel quanto ao risco real suportado. No entender do autor, as seguradoras que defenderam que o seu cálculo revela realmente o risco suportado, não pretenderam assumir a falta de precisão defendida por Butler (1988). Esta observação deve-se ao facto de, na questão seguinte, todas elas terem afirmado que consideram a tecnologia IoT um elemento chave na sua aproximação ao risco automóvel. Ou seja, caso as suas estimativas fossem realmente reais, a adoção da tecnologia IoT poderia ser assim dispensada, no entanto não foi isso que verificámos. Ainda nesta secção, cada seguradora foi questionada acerca das suas intenções relativamente à adoção desta tecnologia e apenas uma respondeu negativamente, as restantes assumiram que pretendem adotar esta tecnologia em menos de 3 anos.

Na secção seguinte, as seguradoras entrevistadas que responderam positivamente à adoção desta tecnologia, identificaram os dados/variáveis mais relevantes para o processo de cálculo do prémio automóvel. As variáveis que apresentaram maior consenso entre estas seguradoras foram o nº de quilómetros percorridos, a velocidade média e instantânea e a intensidade das mudanças de direção. No entanto, outros dados também foram destacados como pertinentes, tais como as horas do dia em que o veículo circula, a localização da viatura e as condições de tráfego presentes na rota do condutor. Após questionadas acerca do peso que estas variáveis devem ter no algoritmo, as respostas foram todas diferentes, a primeira assumiu uma posição confiante destacando que estas variáveis (número de quilómetros, velocidade e localização) deveriam representar entre 40% a 60% do algoritmo. No entanto, a seguradora entrevistada com maior número de apólices, comparativamente a todas as entrevistadas, revelou-se mais prudente. Esta defendeu que as

variáveis apontadas (número de quilómetros, intensidade das mudanças de direção e condições do tráfego) deveriam representar um peso inferior a 20% sobre o seu algoritmo. Por sua vez, a terceira seguradora afirmou que variáveis escolhidas (velocidade, intensidade das mudanças de direção e horas de circulação) devem representar um peso situado entre os 20% e 40% do algoritmo. Neste contexto, entendemos que a estratégia de cada seguradora e a forma com que estas competem entre si neste mercado passa pela escolha dos dados que pretende recolher das viaturas dos seus segurados e do peso que estes deverão ter no algoritmo.

Na última secção, abordou-se a falta de legislação específica para o uso da tecnologia telemática no processo de cálculo do prémio automóvel, assim como a influência do RGPD neste âmbito. Neste âmbito, 3 das 4 seguradoras afirmaram que o tema carece ainda de regulamentação exclusiva por parte da ASF, embora considerem que esta falha legislativa não está a condicionar a introdução do prémio automóvel dinâmico. Relativamente à entrada em vigor do RGPD no ano 2018, as 3 seguradoras que defenderam a falta de legislação afirmaram que, no entanto, o RGPD não limita a utilização dos dados recolhidos pela tecnologia IoT, desde que os segurados autorizem a utilização desta informação para os fins a que se destinam. Todas as seguradoras entrevistadas demonstraram preocupações relativamente à sua capacidade de resposta atual face às exigências do RGPD, no entanto, todas assumiram estar preparadas para responder às mesmas a partir de maio de 2018.

4.2. ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO

Em 1997, a seguradora *Progressive* foi considerada a quinta maior seguradora norte americana, disponibilizando serviços e produtos em 47 estados, contudo, a sua missão era tornar-se a terceira maior seguradora em 2000 e a maior do país em 2010 (Wilson & Farris, 1998). Para tal, a seguradora começou a apostar na tecnologia IoT nos finais dos anos 90, introduzindo os primeiros sistemas de cálculo do prémio automóvel no mercado baseados na utilização que fosse feita das viaturas dos seus clientes (Tselentis et al., 2017). Em 1999, a *Progressive* lançou o seu primeiro projeto piloto para otimização do seu processo de cálculo do prémio automóvel, recorrendo a informação relativa ao comportamento do condutor, projeto este que teve o nome de *Autograph* e veio testar a viabilidade da incorporação da tecnologia telemática no algoritmo de cálculo do prémio automóvel (Desyllas & Sako, 2013). O *Autograph* dependia dos satélites de GPS e dos seus recetores, outras tecnologias de localização e um pequeno dispositivo que se incorporava nas viaturas para determinar quando é que a viatura era conduzida e quantos quilómetros eram percorridos (Desyllas & Sako, 2013).

Posteriormente, a seguradora aliou-se a uma empresa telemática para um redesenho e produção dos dispositivos e respetivos serviços de IT e, neste seguimento, o cálculo dos prémios de seguro começou a combinar a localização, a velocidade, os quilómetros e as horas do dia em que o veículo era conduzido (Desyllas & Sako, 2013). O autor referiu ainda que estas variáveis representavam 75% do algoritmo de cálculo, onde os restantes 25% diziam respeito às variáveis tradicionais. Contudo, o *Autograph* apresentava dois problemas, os elevados custos de implementação e uma monitorização constante dos veículos que, no entender dos condutores, era bastante invasivo para com a sua privacidade (Desyllas & Sako, 2013). Estes entraves levaram a que a *Progressive* abandonasse a comercialização deste programa e que repensasse na sua estratégia, introduzindo um novo programa em 2003, o *TripSense* (Desyllas & Sako, 2013). Esta nova versão surgiu então como uma versão melhorada do plano anterior, desfrutando de uma fácil integração do dispositivo com o sistema OBD de cada veículo. De forma a combater os problemas da versão anterior, o *Tripsensor* apresentou-se como um dispositivo mais simples e barato, sendo que apenas recolhia informação

acerca das distâncias percorridas, velocidade e horas do dia em que o veículo circulava, descartando a recolha da localização do mesmo (Desyllas & Sako, 2013) e reduzindo assim a dimensão dos dados armazenados. O Tripsensor permitiu ainda que os tomadores de seguros pudessem conectar o dispositivo aos seus computadores através de uma porta USB, possibilitando-lhe o acesso a um diagnóstico do veículo e o descarregamento e envio dos dados pretendidos pela seguradora (Desyllas & Sako, 2013). Um estudo desenvolvido por Desyllas & Sako (2013) afirmou que 2003 foi um ano bastante positivo para a *Progressive*, visto que a rentabilidade apresentada foi superior à média obtida pelas restantes seguradoras norte americanas, devido ao aumento dos seus lucros e dos retornos de investimento. As evoluções tecnológicas foram-se sucedendo, dando lugar à terceira versão deste programa em 2009, o *MyRate* (Desyllas & Sako, 2013). Esta versão utilizou já comunicações sem fios que possibilitaram o envio automático dos dados recolhidos para as seguradoras, sendo que esses dados incluíram também a intensidade das acelerações (Tselentis et al., 2017). Em 2010, o *MyRate* foi substituído pelo atual *Snapshot*, cuja principal diferença residiu no aumento da privacidade, trocando a monitorização em tempo real por uma monitorização mensal (Desyllas & Sako, 2013). Apesar do uso destes novos dados, o *Snapshot* continua a recorrer às variáveis tradicionais, ainda que o seu peso no algoritmo seja obviamente inferior ao peso destas variáveis nos algoritmos tradicionais das outras seguradoras, proporcionando à *Progressive* uma melhor aproximação ao risco real, comparativamente às restantes. A *Progressive* representa uma das seguradoras norte americanas com maior maturidade na aplicação de um modelo de negócio que incorpora a tecnologia telemática e que se tem apresentado como fiável e robusto, assim como reforçou a transparência das relações entre a seguradora e os seus clientes. Uma vez que se pretende demonstrar a viabilidade da solução IoT adotada pela *Progressive*, analisamos não só a recente evolução financeira da seguradora como as principais vantagens e limitações desta solução.

De acordo com Desyllas & Sako (2013), a indústria seguradora automóvel americana foi caracterizada por uma intensa rivalidade, resultando em pressões sobre os seus cálculos de prémios de seguro e transformações dos seus processos de negócio para uma obtenção de maior eficiência. Neste contexto, a estratégia de negócio que tem vindo a ser tomada pela *Progressive* evidenciou esse facto, a adoção da tecnologia IoT permitiu a obtenção dessa eficiência. Este facto refletiu-se positivamente nos seus resultados financeiros dos últimos cinco anos (Figura 7).

	2016	2015	2014	2013	2012
Prémios emitidos líquidos*	23,4 \$	20,6 \$	18,7 \$	17,3 \$	16,4 \$
Crescimento sobre o ano anterior	14%	10%	8%	6%	8%
Prémios adquiridos líquidos*	22,5 \$	19,9 \$	18,4 \$	17,1 \$	16,0 \$
Crescimento sobre o ano anterior	13%	8%	8%	7%	7%
Receitas totais*	23,4 \$	20,9 \$	19,4 \$	18,2 \$	17,1 %

* Biliões de Dólares

Figura 6 - Resultados financeiros da seguradora *Progressive*

Fonte: Progressive (2016)

Entre 2012 e 2016 verificou-se um constante aumento do valor total dos prémios emitidos e adquiridos, assim como do total das receitas da *Progressive*. A evolução financeira verificada não só prova o sucesso da sua estratégia como também aponta para a sustentabilidade financeira futura da organização. Segundo Vermesan & Friess (2016) as seguradoras vão precisar de reformular o seu modelo de negócio, apostando fortemente na combinação dos seus seguros com o seu ambiente tecnológico e respetivos parceiros. Desta forma, compreende-se que o posicionamento adiantado da seguradora, através do uso da tecnologia IoT no seu modelo de negócio, está a distanciá-la das restantes seguradoras que ainda não ajustaram o seu modelo de negócio tradicional.

O IoT tem sido e será nos próximos anos um elemento disruptivo em vários sectores, em particular, na transformação digital do sector segurador, apresentando oportunidades e desafios para as organizações que pretendam adotar as suas capacidades (Vermesan & Friess, 2016). Neste contexto, a *Progressive* já se demonstra bem posicionada, assumindo-se como uma das principais líderes no ramo automóvel para o futuro que se avizinha, devido à sua familiarização com as tecnologias emergentes e com os seus constantes progressos de investigação.

As vantagens deste modelo revelaram-se não só benéficas para as seguradoras como também para os seus clientes, em particular, para aqueles condutores que percorrem poucos quilómetros, conduzem durante pouco tempo, fora do horário noturno e que, em simultâneo, efetuam poucas travagens bruscas. Do ponto de vista da seguradora, este segmento de clientes representa um grupo de condutores de baixo risco, podendo até ser categorizados como clientes rentáveis, pois de acordo com a *Progressive* a sua exposição ao risco é inferior aos automobilistas com valores mais elevados nestas métricas. Para os seus clientes, a disponibilização de *feedback* acerca do seu comportamento enquanto condutores (Dijksterhuis, 2015), proporcionou-lhes um maior conhecimento sobre o seu estilo de condução assim como forneceu sugestões de melhores práticas de condução que aumentam a sua segurança nas estradas e permitem reduzir os seus prémios de seguro. Desta forma, compreende-se que o uso da tecnologia IoT contribuiu para a difusão de nova informação por todos os intervenientes neste sistema, proporcionando melhores decisões face às suas ações futuras, confirmando assim o impacto da era da informação no sector segurador.

As principais limitações deste sistema derivaram sobretudo dos seus custos de implementação e de entraves colocados pelos condutores. No entanto, estas limitações foram por vezes assumidas e noutras ocasiões contornadas pela *Progressive*. De acordo com Desyllas & Sako (2013), os primeiros dispositivos disponibilizados pela *Progressive (Autograph)* tinham um custo de 500 dólares por veículo, sendo que cobravam 65 dólares iniciais e 5 dólares mensais justificados pelo uso do GPS, da rede telefónica e capacidades computacionais. Logo de seguida, o *Tripsensor* apenas tinha um custo de 100 dólares por dispositivo, assim como já dispensava custos com a transmissão de dados (Desyllas & Sako, 2013), visto que deixou de recorrer à rede telefónica. Ou seja, os custos de implementação foram sendo reduzidos devido não só à dispensa dos serviços de localização como também do envio constante dos dados captados. Este processo de evolução dos programas foi também estimulado pelos requisitos dos condutores, uma vez que estes encararam estas funcionalidades como elementos invasivos na sua privacidade. Apesar da seguradora se ter deparado com limitações nos dados que recolhiam, observou por outro lado a redução significativa dos custos com os seus dispositivos. As principais diferenças entre este modelo de negócio e o modelo tradicional já foram apresentadas por Litman (2004) e que podem ser resumidas nos seguintes pontos:

- No modelo inovador, cada utilizador paga apenas consoante o uso que for feito da viatura, e não consoante as características pessoais ou do carro (modelo tradicional), cujo valor informacional não reflete necessariamente a probabilidade do utilizador se envolver num sinistro.
- A redução dos custos dos prémios de seguro para os seus clientes proporcionada pelo modelo inovador, traduz-se numa medida de combate à diminuição dos veículos não segurados que se encontram em circulação.
- Apesar do sistema tradicional envolver o histórico de sinistros do utilizador, o sistema inovador representa um incentivo forte na redução de sinistros e aumento da segurança rodoviária, uma vez que leva em conta alguns dos comportamentos habituais dos condutores, identificando condutores de alto risco mesmo que não se envolvam em acidentes.

A enorme competitividade e rivalidade presente no contexto segurador norte americano defendida por Desyllas & Sako (2017) também se tem verificado no contexto nacional (Rebello, 2014). Uma vez que a dimensão do mercado nacional é inferior à do mercado norte americano, compreende-se que as primeiras seguradoras a adotarem um modelo inovador em Portugal, colocar-se-ão em clara vantagem face às restantes, podendo tornar-se o seu futuro mais sólido. Observando o tipo de variáveis utilizadas pelo modelo da *Progressive* e aquelas que foram identificadas nas entrevistas como as mais relevantes, a única que reúne o consenso de ambas as partes foi o número de quilómetros percorridos, uma vez que a sua relação com o risco de colisão é bastante forte e existe facilidade de extração desta informação dos veículos. Compreende-se então que a estratégia de qualquer que seja seguradora que pretenda adotar este modelo, passará por incluir esta variável no seu algoritmo. No entanto, uma vez que esta variável poderá não ser suficiente para o cálculo do risco, e que existe uma enorme diversidade de dados que podem ser extraídos dos veículos, entendemos que a identificação das variáveis mais representativas do risco automóvel será fundamental para o sucesso do seu algoritmo. A *Progressive* representa assim um exemplo concreto de sucesso da implementação de um modelo de negócio inovador baseado na sofisticação do cálculo do prémio de seguro automóvel com recurso à tecnologia IoT.

5. MODELO CONCEPTUAL DE UMA ARQUITETURA IOT

Em Portugal, o uso da tecnologia IoT no algoritmo de cálculo do prémio automóvel ainda não está consolidado, além disso, não existe sequer um trabalho sistemático que permita apresentar uma arquitetura IoT para o ramo automóvel do setor segurador, que permita otimizar o cálculo do prémio de seguro e respetivas análises de risco. O conhecimento existente acerca do uso da tecnologia IoT apresenta-se disperso assim como carece de investigações estruturadas que possibilitem a apresentação de uma arquitetura IoT orientada ao cálculo do prémio automóvel. Posto isto, o presente estudo pretende colaborar para essa área de investigação, apresentando um desenho funcional do que deverá ser uma arquitetura IoT focada na otimização do prémio automóvel. Este desenho baseia-se na identificação dos requisitos obtidos ao longo da revisão de literatura, das entrevistas e do estudo de caso da Progressive, sendo que nesta fase as perguntas da SSM serão respondidas de forma conclusiva. Estas respostas serão fundamentais para o cumprimento do desafio associado ao desenho conceptual da arquitetura IoT.

Qual é o problema real?

As seguradoras necessitam cada vez mais de estimar com máxima precisão o risco que suportam, tentando identificar e evitar aqueles condutores que representam um risco elevado para a própria seguradora (Desyllas & Sako, 2013). As tecnologias de informação utilizadas até à data, têm conseguido satisfazer parte dessa carência, através de algumas ferramentas analíticas, no entanto, os dados utilizados são ainda limitados face aqueles que estão sendo disponibilizados. A enorme diversidade de dados disponibilizados pelos veículos e respetivos dispositivos de comunicação está a impulsionar a adoção da tecnologia IoT por parte das seguradoras, permitindo-lhes uma otimização do processo de cálculo dos seus prémios automóvel. Desta forma, a conceção de uma solução IoT que proporcione esta otimização e que, em simultâneo, consiga responder facilmente aos requisitos que possam ser impostos pela ASF e pela CNPD, representa um enorme desafio para as seguradoras devido à sua complexidade associada. Neste contexto, percebe-se que o potencial valor da informação que está sendo disponibilizada pelos sistemas emergentes fornece um novo conhecimento para as seguradoras e, como tal, os ambientes tecnológicos das seguradoras deverão estar preparados para integrar estas soluções e suas respetivas ferramentas de análise. O armazenamento dos dados dos seus clientes em sistemas de nuvem é ainda um tema de resistência para algumas seguradoras, da mesma forma que a recolha de dados através de sensores é também um entrave para os seus clientes, sendo que ambas as situações estão a dissipar-se na sociedade.

Quais são os objetivos a atingir, tendo em conta a perceção da situação atual do problema?

- 1) O sistema deverá ter capacidades de adaptação aos requisitos que sejam impostos pela ASF e pela CNPD, independentemente das suas abordagens. De acordo com as medidas estabelecidas no RGPD, o sistema deverá permitir a interoperabilidade não só com os sistemas da ASF e CNPD como também com os sistemas dos seus clientes, de forma a fornecer uma total transparência do armazenamento e manuseamento que é feito dos dados. Importa realçar que as ações de supervisão devem incidir principalmente sobre a forma como o sistema IoT é utilizado no processo de gestão do risco automóvel, em vez das sofisticações das análises das seguradoras. O rastreamento dos dados durante todo o seu percurso e a forma como estes são relacionados

com os planos de mitigação e controlos internos por parte das seguradoras, são tópicos que deverão ser incluídos nas ações de supervisão da entidade reguladora.

- 2) O sistema IoT deverá ter a capacidade de suportar a otimização contínua do cálculo do prémio automóvel através de análises sobre a relação entre o risco e os dados recolhidos, este trabalho deverá ser automatizado de forma a garantir a constante melhoria destas análises. O alinhamento da estratégia de negócio com as tecnologias de informação definirá o sucesso do sistema, como tal, é necessário um forte envolvimento entre a gestão de topo, o departamento de sistemas de informação, o departamento financeiro e o departamento responsável pelo ramo automóvel e seus algoritmos, pois possuem um papel relevante na estratégia a adotar. Caso a estratégia envolva a disseminação desta nova informação pelos vários departamentos, assim como a sua utilização e integração nas diversas tarefas rotineiras, entende-se que será possível expandir a otimização, não só no processo do prémio automóvel como também noutros processos da seguradora.
- 3) O sistema deve contemplar ferramentas analíticas que suportem o grande volume de dados que será gerado e que permitam também auxiliar as seguradoras na decisão do peso de cada variável sobre o algoritmo do prémio automóvel. Esta ferramentas analíticas deverão ainda proporcionar uma redução da gravidade e frequência das perdas da empresa, relativamente ao segmento automóvel, identificando eficientemente comportamentos irregulares dos condutores.
- 4) A conexão entre as seguradoras e os veículos dos seus clientes deverá estar garantida, para que não sejam comprometidas as análises que sejam realizadas, caso essa conexão ocorra em tempo real outras funcionalidades devem ser incorporadas, tais como, informar os clientes acerca do trânsito rodoviário existente, ou alertá-los para más práticas de condução, proporcionando assim não só novas formas de mitigar o risco que este representa para a seguradora como também uma melhor experiência do cliente.
- 5) O sistema terá de incluir toda uma componente de segurança presente em todo o fluxo dos dados que sejam transformados em informação e posteriormente em conhecimento organizacional. Apenas desta forma será possível proporcionar a viabilidade do sistema de cálculo do prémio automóvel.

Quais são os constrangimentos?

Os constrangimentos inerentes à implementação do sistema IoT consistem principalmente na falta de conhecimento e experiência das seguradoras que operam em Portugal relativamente à adoção da tecnologia IoT. A crescente influência das empresas de telecomunicações e dos diversos fornecedores de *hardware* e *software* na extração de dados e conectividade também tem condicionado o uso da tecnologia IoT, uma vez que estas entidades possuem um papel cada vez mais ativo e determinante no funcionamento destes sistemas. A informação que estes novos dados representam para as seguradoras é incomparável aos dados fornecidos habitualmente pelos seus clientes, tanto pela sua dimensão como pelo seu valor para o negócio das seguradoras. Desta forma percebemos que existe ainda alguma resistência dos clientes em fornecerem estes dados e que a segurança destes deverá ser uma das prioridades do sistema. Outro dos constrangimentos diz respeito ao cumprimento das exigências da ASF e da CNPD e ao impacto de futuras medidas destas entidades sobre o funcionamento do sistema.

Quem são os intervenientes?

Os principais intervenientes deste sistema são todos os elementos da organização que desempenhem funções relacionadas com o sistema de cálculo do prémio automóvel, quer sejam essas funções operacionais ou estratégicas. No entanto, tal como foi mencionado anteriormente, existem outros departamentos que também devem retirar partido destes novos dados e suas análises, para uma melhoria dos seus processos.

De um ponto de vista mais abrangente, além da própria seguradora, existem outras entidades com poder de decisão e influência sobre o funcionamento do sistema. Ao longo da revisão de literatura identificaram-se os seguintes intervenientes:

- ASF – entidade responsável pela supervisão e regulação da atividade seguradora, independentemente do seu ramo.
- CNPD – entidade responsável pelo controlo e fiscalização do tratamento que é feito dos dados dentro da seguradora.
- Tomadores de seguro/Clientes – elementos fundamentais para a aceitação da recolha dos dados.
- Fabricantes automóveis, empresas de telecomunicações e fornecedores tecnológicos – todos estes possuem um papel preponderante na integração da tecnologia IoT nos veículos e na conectividade constante dos veículos.

A ASF ainda não apresentou regulamentação específica referente ao uso desta tecnologia no cálculo do prémio automóvel, o que tem reforçado as incertezas por parte das seguradoras acerca dos processos de inovação sobre o funcionamento deste sistema. Por outro lado, o CNPD já possui instruções para a supervisão e fiscalização em matéria de recolha, armazenamento e transformação de dados pessoais, introduzindo assim alguns requisitos obrigatórios para este sistema. O RGPD veio representar um avanço importante na definição das fronteiras legais do processamento dos dados pessoais, contribuindo de forma positiva para a transparência deste sistema. Os tomadores de seguro apresentam-se também eles como elementos essenciais do sistema uma vez que terão de assumir a responsabilidade dos dados fornecidos, obtendo assim um papel mais ativo na determinação dos seus custos com o seguro automóvel. Os fabricantes automóveis, operadoras de telecomunicações e empresas tecnológicas têm sido também responsáveis pela disponibilização das capacidades computacionais e de comunicação nos veículos, estando estas cada vez mais desenvolvidas. A contribuição de todos estes intervenientes revela-se essencial para a implementação de uma solução IoT no mercado segurador automóvel, no entanto, devido ao número e à dimensão de intervenientes, a sua coordenação poderá ser uma tarefa complexa e demorada.

Quem são os beneficiários?

As seguradoras e seus clientes são os principais beneficiários da introdução da tecnologia IoT no sistema de cálculo do prémio automóvel. Do lado das seguradoras, estas ganham um maior controlo sobre o risco que os seus clientes representam graças à monitorização dos seus veículos, permitindo a obtenção de conhecimento mais profundo acerca do perfil da sua carteira de clientes. Uma vez que as capacidades despoletadas pela tecnologia IoT ainda não foram devidamente aproveitadas em Portugal, assume-se que as primeiras seguradoras a adotarem obterão vantagens competitivas

significativas face às restantes. Por outro lado, os seus clientes também usufruem da possibilidade dos seus prémios de seguro serem reduzidos caso apresentem uma condução cautelosa, baseadas nos dados recolhidos das viaturas e posteriores análises do seu risco automóvel. O sistema atribui então também um maior controlo aos tomadores de seguro sobre a determinação dos seus prémios de seguro, tendo as suas ações enquanto condutores, uma maior influência sobre o valor final do prémio de seguro. Esta vantagem traduz-se num incentivo à melhoria dos comportamentos dos condutores como num aumento da personalização dos prémios automóvel consoante o uso que os condutores façam das suas viaturas. Assumindo que a adesão por parte dos clientes a este sistema não será obrigatória, estes beneficiam de um aumento de alternativas relativamente aos seus contratos de seguro. Os condutores jovens (tanto em idade como em anos de carta de condução) representam um dos grupos cuja introdução desta inovação no processo de cálculo do prémio de seguro veio possibilitar a obtenção de tarifas mais reduzidas do que as praticadas pelo sistema tradicional. Segundo o modelo da *Progressive*, os indivíduos que utilizam pouco o carro também beneficiam fortemente do sistema IoT da seguradora, podendo estes ser associados a uma faixa etária superior cuja sua mobilidade seja mais reduzida. Numa perspetiva abrangente, entende-se que a sociedade na sua generalidade beneficiará de um aumento da segurança rodoviária, uma vez que este sistema promove os comportamentos prudentes dos automobilistas. Além destes, as empresas de telecomunicações e parceiros tecnológicos também vão beneficiar deste modelo de negócio das seguradoras, pois este modelo dependerá cada vez mais de serviços tecnológicos e telecomunicações.

Quem são os reguladores?

Numa fase inicial, qualquer instituição seguradora que pretenda integrar um sistema IoT deverá primeiro certificar-se que possui reguladores internos para o controlo da qualidade dos novos processos, assim como da integração destes no ambiente tecnológico existente. Esta fase deverá recorrer a auditorias internas que sejam capazes de garantir o desempenho esperado do sistema face às suas tarefas previstas.

De acordo com a revisão de literatura, a ASF apresenta-se como a entidade reguladora e de supervisão do setor segurador que, no entanto, atribui total liberdade às seguradoras relativamente ao processo de cálculo dos prémios de seguro. Além disto, não possui sequer legislação específica referente à adoção de sistemas IoT por parte das seguradoras. Neste contexto, entende-se que as medidas tomadas pela ASF apenas deverão ser introduzidas depois da adoção das seguradoras relativamente aos sistemas IoT. Contudo, estas deverão ser capazes de fortalecer a solidez financeira das instituições seguradoras bem como a integridade e transparência das suas ações. Por outro lado, apesar de atuar noutros setores para além do segurador, a CNPD já possui legislação mais concreta sobre o uso que será feito da tecnologia IoT por parte das organizações, quer seja no tratamento das que é feito dos dados como na obrigatoriedade de haver um responsável pela proteção dos dados dentro de algumas organizações.

Qual é o sistema e quais os ambientes envolvidos?

O sistema abordado ao longo deste estudo distingue-se do tradicional sistema usado pelas seguradoras para o cálculo do prémio de seguro automóvel dos seus clientes, na medida em que recorre à tecnologia IoT. O sistema baseado na tecnologia IoT inclui 4 ambientes principais, o de recolha, o de transmissão, o de armazenamento e o de análise dos dados. O primeiro responsabiliza-se pela recolha fidedigna dos dados das viaturas, referimo-nos, portanto, a todos os sensores e respetivas UCE que constituem as diversas WSN das viaturas. O segundo ambiente refere-se à transmissão dos dados obtidos no ambiente anterior para um ambiente exterior, como o das seguradoras, recorrendo aos serviços disponibilizados pelas empresas de telecomunicações (Wi-Fi e/ou redes móveis). O terceiro ambiente, deverá contemplar toda a reestruturação do armazenamento dos dados das seguradoras, pois o enorme volume de dados proveniente das viaturas terá de ser gerido de forma eficiente, sendo que o novo modelo de dados deverá não comprometer a integridade dos dados já existentes e recorrer ao armazenamento em nuvem. O quarto ambiente, envolve toda a componente analítica realizada sobre os dados armazenados, esta fase deve suportar os diversos processos de gestão de risco automóvel através da produção de relatórios e gráficos representativos do risco que as seguradoras acarretam. Estes relatórios podem eventualmente ser disponibilizados também para a ASF, para os seus clientes e outros intervenientes como a CNPD, de forma a que estes também possam melhorar os seus processos e estratégias.

Como vai o sistema realizar as suas funções?

A introdução da tecnologia IoT no sistema de cálculo do prémio automóvel implica um carregamento de novos dados na base de dados da seguradora referente ao risco automóvel, contudo, estes novos dados serão fornecidos por diversas fontes e possuem um comportamento bastante dinâmico. Os dados que sejam recolhidos podem variar quanto ao seu tipo e peso, consoante a estratégia definida por cada instituição seguradora. A introdução destas novas variáveis no algoritmo de cálculo do prémio de seguro, inclui um aumento do nível de complexidade associado ao processo de identificação do perfil de risco automóvel. No entanto, as ferramentas tecnológicas de análise emergentes encontram-se cada vez mais orientadas ao manuseamento de grandes volumes de informação, recorrendo habitualmente a técnicas de *data mining* e de *machine learning*, para o reconhecimento de padrões comportamentais dos condutores e para a identificação dos fatores de risco com maior representatividade sobre o risco automóvel. Esta informação, depois de analisada, poderá fornecer o conhecimento necessário às seguradoras para que estas sejam capazes de prever eventuais riscos e aplicar planos de mitigação ajustados. Toda a informação captada pelo sistema deverá também destinar-se a processos de melhoria contínua dentro da organização, quer seja na otimização do algoritmo utilizado como na deteção de irregularidades que ocorram no funcionamento de algum componente do sistema. Tal como já foi mencionado, toda a informação produzida pelo sistema pode destinar-se não só à seguradora como também a terceiros (ASF, tomadores de seguro e CNPD), fomentando assim a consciencialização do risco automóvel e a transparência dos seus processos. Compreende-se então que a dinamização do atual sistema de cálculo do prémio automóvel passa pela introdução de novos dados, pela utilização de redes de comunicação sem fios, pelo armazenamento em nuvem e por análises cada vez mais complexas, sendo que a coordenação destas componentes pode fornecer uma visão mais real e detalhada do risco automóvel suportado pelas seguradoras.

Quais os seus subsistemas?

O sistema de cálculo do prémio de seguro automóvel proposto, é constituído pelos seguintes 4 subsistemas, o sistema de recolha de dados, o sistema de transmissão de dados, sistema de armazenamento dos dados, sistema analítico. A enorme dependência existente entre eles obriga a que cada um destes desempenhe as suas funções corretamente de forma a não comprometer o sucesso e a viabilidade do sistema como um todo.

O primeiro subsistema é responsável por todos os processos de recolha dos dados das viaturas através dos sensores embutidos nos veículos, ou acoplados, embora estes últimos sejam menos frequentes. Este sistema deve ser capaz de centralizar os dados recolhidos pelos sensores e respetivas UCE, assim como deve assegurar a integridade e privacidade destes dados. De acordo com a revisão de literatura, a centralização destes, pode ser feita através de três cenários possíveis. No primeiro caso, este processo recorre à incorporação de um dispositivo OBD com capacidades de comunicação no sistema OBD presente em praticamente todos os veículos. O segundo caso diz respeito ao uso dos *smartphones*, como principais responsáveis pela centralização dos dados recolhidos e respetiva transmissão para as seguradoras. Por último, a introdução de cartões SIM diretamente nos veículos também se apresenta como uma hipótese viável, embora menos provável pois não se encontra tão desenvolvida que os cenários anteriores. Destes três, o primeiro cenário é o que se apresenta como o mais comum na recolha de dados dos veículos por parte das seguradoras que já adotaram estes prémios dinâmicos. O segundo subsistema diz respeito à forma como estes dados, provenientes das WSN, são encapsulados e transmitidos para um ambiente externo, como as bases de dados das seguradoras que suportam os subsistemas seguintes. A transmissão destes pode recorrer a dois tipos de redes, redes Wi-Fi ou redes móveis, sendo que em alguns casos podem ser utilizadas ambas as redes, desde que as infraestruturas existentes assim o permitam e o justifiquem. Contudo, o cenário mais comum é através das redes móveis como o LTE e o LTE-A. O terceiro subsistema encarrega-se do armazenamento estruturado do grande volume de dados recolhidos e transmitidos pelos sistemas anteriores, sendo que estes devem ser alojados num ambiente seguro e controlado. Uma vez que o aumento exponencial do volume de dados inviabilizou o armazenamento dos dados nos tradicionais *datacenters*, devido aos custos associados a investimentos em *hardware*, o armazenamento em nuvem ganhou destaque e afirmou-se como a solução mais viável face à elevada frequência e dimensão desses dados, sendo ambas difíceis de prever. Por último, o sistema analítico é responsável por todas as análises que sejam realizadas sobre os dados armazenados. Este subsistema recorre a diversas técnicas de *data mining* e de *machine learning* para a identificação de padrões e comportamentos de risco, assim como para a deteção dos fatores de risco mais relevantes para a otimização das estimativas sobre o risco automóvel. A utilização destes novos dados (recolhidos, transmitidos e armazenados) como variáveis do algoritmo de cálculo do prémio será então outra das tarefas a cargo deste subsistema.

A coordenação destes subsistemas torna-se vital para as seguradoras que pretendam acrescentar valor e significado aos dados produzidos pelas viaturas e seus condutores, permitindo consequentemente uma expansão do conhecimento das seguradoras acerca dos seus clientes e do risco que suportam no segmento automóvel, que por último permitirá aumentar a proximidade e transparência na relação seguradora-cliente.

Quais deverão ser os critérios de avaliação do sistema?

A avaliação de um sistema deverá englobar métricas referentes aos benefícios e custos que se desejem alcançar de acordo com os objetivos estabelecidos previamente para este sistema. Uma vez que o objetivo deste novo sistema assenta na otimização do processo de cálculo do prémio de seguro automóvel, destacamos alguns dos critérios que podem ser aplicados:

- 1- Capacidade de identificação do risco automóvel - o sistema deve ser capaz de identificar eficientemente o perfil de risco de cada cliente, através dos dados provenientes da sua viatura e dos dados tradicionalmente recolhidos. Uma identificação incorreta do perfil de risco dos tomadores de seguro traduzir-se-á num cálculo dos prémios de seguro automóvel desajustados, impedindo a concretização do objetivo a que este sistema se propõe. No entanto, quanto mais representativa e verdadeira essa identificação for do risco automóvel suportado, mais real será o conhecimento da seguradora acerca dos seus clientes, proporcionando melhores condições para a disponibilização de preços ajustados a cada cliente. Desta forma, a concretização do principal objetivo proposto para este sistema encontra-se dependente da qualidade dos processos de identificação do risco automóvel e dos dados utilizados.
- 2- Indicadores de adesão e satisfação dos clientes - a afirmação deste novo sistema de cálculo depende fortemente da adesão dos clientes e das suas ações enquanto condutores. Desta forma, o sistema deverá ser capaz de produzir relatórios que ilustrem e permitam analisar as intenções de celebração de contratos por parte dos consumidores e os níveis de satisfação dos clientes face a este novo modelo. A recolha destes dados poderá ocorrer através de inquéritos de satisfação preenchidos pelos condutores relativamente às suas perceções perante este prémio automóvel dinâmico. Através deste conhecimento obtido, as seguradoras conseguirão identificar melhor as potenciais falhas do sistema assim como as ajuda a estabelecerem futuras melhorias, evidenciando todo um processo de aprendizagem colaborativa. Um elevado grau de satisfação dos clientes tende a traduzir-se na continuidade dos mesmos enquanto clientes da seguradora assim como estimula a aquisição de novos clientes, caso esses resultados sejam publicamente divulgados.
- 3- Capacidade de resposta aos requisitos da ASF e da CNPD - como mencionado anteriormente, apesar da introdução do RGPD ainda existe a falta de legislação por parte da ASF acerca do uso da tecnologia IoT nos prémios de seguro automóvel. A ASF não assumiu ainda uma posição concreta no que diz respeito ao uso tecnologia IoT nos processos de negócio das seguradoras. Compreende-se então que o sistema deverá conseguir responder eficientemente aos futuros requisitos da ASF, independentemente da direção que seja tomada, assim como aos requisitos já impostos pelo RGPD.
- 4- Eficiência da conectividade - a presença de conectividade sem fios nas viaturas e o respetivo acesso à internet torna-se um elemento chave para o sucesso do sistema, como tal, será necessário que esta funcione eficientemente de forma a não comprometer o processo de cálculo. Além disso, a conectividade entre seguradoras e os seus clientes também será relevante caso as estas pretendam disponibilizar uma interface gráfica para os seus clientes, fornecendo informação acerca das suas conduções aconselhando-os a melhorarem determinados aspetos e proporcionando-lhe uma melhor perceção do impacto que os seus comportamentos têm no respetivo algoritmo do prémio automóvel.

- 5- Eficácia dos controlos internos e das medidas de mitigação - assumindo que o sistema será capaz de identificar com elevada precisão o risco que cada cliente representa, também deverá detetar possíveis perdas associadas ao risco automóvel assim como deverão ser desenvolvidos planos de mitigação para colmatar essas perdas. Neste sentido, este critério pretende deve incluir a emissão de alertas para as seguradoras, caso seja detetada alguma anomalia nos dados recolhidos, uma potencial tentativa de fraude por parte dos condutores ou mesmo caso o automóvel tenha sido furtado. Caso estas situações sejam validadas, devem ser acionados os respetivos planos de mitigação que minimizem os danos causados.
- 6- Redução dos custos com sinistros - assumindo que a adoção deste sistema, influenciará os comportamentos dos clientes enquanto condutores, será expectável que haja uma redução dos custos com os sinistros uma vez que os condutores apresentarão comportamentos mais cautelosos e prudentes para que o seu prémio de seguro não seja aumentado. Desta forma, a avaliação deste critério deverá residir na relação existente entre os custos com sinistros e a adoção de um prémio automóvel dinâmico. O acesso a informação sobre os clientes em tempo real, pode contribuir fortemente para a redução dos custos com sinistro, pois possibilita a disponibilização de recursos de assistência imediata.

O sistema proposto neste estudo deverá ser aberto, dinâmico e parametrizável, de forma a conseguir adaptar-se às exigências do mercado e às normas legais e éticas, fortalecendo a sustentabilidade da seguradora através de uma maior consciencialização sobre o risco automóvel suportado. Contudo, o próprio sistema também se pode revelar um fator de risco caso o seu desenho não seja devidamente estruturado e definido consoante a finalidade do mesmo. Esta falha pode levar à incorreta implementação do sistema, comprometendo toda a sua utilidade para a organização e contribuindo para que o risco automóvel seja mal interpretado. Neste seguimento, o último objetivo específico definido para este estudo pretende contribuir para a consciencialização das seguradoras portuguesas relativamente às fases e componentes do IoT para uma otimização do cálculo do prémio automóvel.

6. CONCLUSÕES

O presente estudo pretendeu contribuir para a otimização do cálculo do prémio automóvel aplicado pelas seguradoras em Portugal, recorrendo às capacidades das tecnologias emergentes como as disponibilizadas pela tecnologia IoT. O contributo da revisão de literatura, das entrevistas realizadas e da análise do estudo de caso (*Progressive*) foram fundamentais para a elaboração das respostas aos objetivos específicos definidos inicialmente para este estudo. Neste sentido e conforme a estratégia metodológica estabelecida para esta investigação, os objetivos foram respondidos ao longo deste capítulo.

1. As instituições seguradoras portuguesas estão interessadas em aproveitar as potencialidades da tecnologia IoT para uma otimização do cálculo do risco automóvel?

As seguradoras entrevistadas revelaram não só uma boa consciencialização acerca do potencial do IoT para a otimização do seu processo de cálculo do prémio automóvel, como a maioria ainda afirmou já se encontrar em fase de planeamento relativamente à adoção das capacidades do IoT. Contudo, entendeu-se que o atraso verificado na sua adoção em Portugal face a outros países, revela algum receio destas relativamente a uma correta implementação das novas tecnologias. Apesar das seguradoras em Portugal se encontrarem cientes das vantagens do IoT para a otimização do cálculo do prémio automóvel, a falta de informação estruturada e de estudos sobre este tema no contexto nacional, deixa-as na fase de planeamento em que se encontram, sendo que residem as expetativas sobre quais serão as estratégias das seguradoras rivais e qual será a adesão dos clientes. No entanto, conforme assumido pela maioria das seguradoras entrevistadas, a integração da tecnologia IoT nos seus modelos de negócio deverá ocorrer até 2020, ainda que as estratégias possam ser distintas entre seguradoras, relativamente aos dados que sejam recolhidos, à frequência com que estes são transmitidos dos veículos para as seguradoras ou até mesmo ao peso destes no valor final do prémio de seguro. Na opinião do autor, as primeiras seguradoras em Portugal a disponibilizarem um prémio automóvel baseado na tecnologia IoT, serão as que terão maior probabilidade de apresentar maior estabilidade no futuro, pois terão maior conhecimento do risco automóvel face às restantes. Apesar disto, as seguradoras ainda se encontram em fase de adaptação relativamente ao cumprimento de todas as normas de segurança e privacidade dos dados, onde a certificação poderá ser um fator decisivo na escolha da seguradora por parte dos consumidores. As seguradoras encontram-se interessadas em aproveitar as capacidades do IoT, no entanto, estas ainda estão a investigar e planear qual a forma mais rentável de recolher, transmitir, armazenar e analisar os dados dos veículos. Neste contexto, entende-se que as parcerias das seguradoras com as empresas tecnológicas representam uma das tarefas mais relevantes nesta fase de planeamento, pois determinarão uma grande parte dos custos de implementação de uma solução IoT.

2. Quais os dados/variáveis que representam maior potencial e influência sobre o processo de cálculo do prémio automóvel e do risco estimado?

De acordo com as respostas obtidas nas entrevistas e com a análise do caso de estudo, entendeu-se que ainda não existe um consenso relativamente às variáveis a recolher das viaturas para a identificação real do risco automóvel por parte das seguradoras. Existe apenas um conjunto de opções com elevado potencial para essa identificação, onde o peso atribuído por cada seguradora a cada variável ditará o sucesso da sua estratégia. O número de quilómetros percorridos, a velocidade (instantânea e média), a intensidade das travagens e das mudanças de direção e as horas do dia em que o veículo circula, foram as variáveis com maior expressão e representatividade sobre o risco automóvel. No entanto, a localização do veículo e as condições do tráfego rodoviário também foram destacadas como relevantes, embora com menor influência. Na opinião do autor deste estudo, o uso da velocidade na metodologia aplicada sobre o prémio automóvel deverá sempre ser combinado com a localização do veículo ou com as condições da estrada, pois uma velocidade excessiva numa estrada nacional poderá não ser excessiva numa autoestrada. Relativamente ao nº de quilómetros percorridos, este será um forte candidato para as seguradoras pois é fácil de analisar e possui uma relação bastante direta com o risco automóvel, pois se o carro não percorrer nenhuma distância, a sua probabilidade de colisão é praticamente nula. Para a *Progressive*, as horas em que o veículo circula, o nº de quilómetros percorridos e o nº de travagens bruscas por distância percorrida são os dados que reúnem as melhores condições relativamente à sua recolha, à sua transmissão, ao seu armazenamento e a facilidade de análise desses dados no processo de cálculo do prémio automóvel. Uma vez que esta seguradora se apresenta como uma das mais experientes neste segmento do mercado segurador mundial, é difícil contestar o valor destes parâmetros no cálculo do prémio automóvel, contudo na opinião do autor quantas mais variáveis forem recolhidas mais real poderá ser a caracterização do perfil de risco dos condutores. Contudo, este aumento de variáveis no cálculo do prémio automóvel também se traduz num aumento do grau de complexidade das análises assim como no aumento dos recursos dispensados pelas seguradoras, desta forma compreende-se que terá de existir um equilíbrio entre as variáveis utilizadas e a identificação do perfil de risco do condutor.

3. As empresas seguradoras estão preparadas para responder ao RGPD?

De acordo com a revisão de literatura, o RGPD veio remodelar os processos de negócio das organizações que envolvam o tratamento de dados pessoais. Uma vez que as seguradoras recorrem a dados pessoais dos seus clientes, estes terão de ser redesenhados e alterados até maio de 2018, para que não sejam penalizadas financeiramente. Das seguradoras entrevistadas, todas elas afirmaram ainda não se encontrarem totalmente preparadas para responder às exigências do RGPD, contudo, acreditam que diversos esforços estão a ser desenvolvidos, serão suficientes para alcançarem o cumprimento total destas exigências até 2018. A falta de preparação por parte das seguradoras face às exigências do RGPD deve-se essencialmente ao facto deste regulamento apenas ter sido oficializado em abril de 2016 (Lauchad, 2017) e ao forte impacto deste regulamento nos seus modelos de negócio. As seguradoras encontram-se em contrarrelógio para estarem perfeitamente enquadradas com o RGPD, apesar do período de transição estar a escassear, acreditamos que a remodelação dos seus processos de negócio

poderá ser um fator impulsionador na adoção da tecnologia IoT no processo de cálculo do prémio automóvel.

4. Qual a evolução de uma seguradora que disponibilize prémios de seguro automóvel dinâmicos consoante o uso que é feito dos veículos dos seus clientes?

O crescimento no mercado norte americano da seguradora *Progressive* veio evidenciar novamente o valor da tecnologia IoT no cálculo do prémio automóvel. Os resultados financeiros positivos atingidos nos últimos anos pela seguradora revelaram o sucesso da estratégia de negócio adotada. A antecipação desta seguradora face às restantes, no uso de prémios de seguro dinâmicos, possibilitou-lhe introduzir vários projetos piloto que revelaram alguns erros e problemas, mas que, no entanto, foram corrigidos e não se verificaram nas versões seguintes comercializadas. Os projetos piloto desenvolvidos foram essenciais para a conceção da atual solução IoT disponibilizada, que devido ao seu ambiente estável e viável tem possibilitado à seguradora ampliar a sua carteira de clientes e a sua consolidação no mercado segurador norte americano. Apesar do foco inicial da seguradora ser a angariação de clientes com maior registo de incidências, que não conseguissem obter prémios de seguro atrativos nas tradicionais seguradoras, o incentivo monetário associado aos comportamentos mais cautelosos atraiu também os clientes com menor propensão a envolvimento em sinistros. A implementação da tecnologia IoT no ramo automóvel por parte desta seguradora representa assim uma das possíveis estratégias a ser adotada no contexto nacional. A adoção desta estratégia acarreta vantagens significativas para as seguradoras que pretendam inovar o seu modelo de negócio evitando perdas de tempo e financeiras às seguradoras em Portugal, uma vez que já foram realizados vários processos de investigação por parte da *Progressive*.

5. Existe a possibilidade de apresentar um desenho conceptual referente a uma arquitetura de um sistema de informação para o cálculo do prémio automóvel das seguradoras em Portugal, baseado na tecnologia IoT?

A Figura 8 pretende confirmar que existe a possibilidade de apresentar um desenho conceptual de uma arquitetura de um sistema de informação para o cálculo do prémio automóvel baseado na tecnologia IoT e que possa ser aproveitado pelas seguradoras em Portugal.

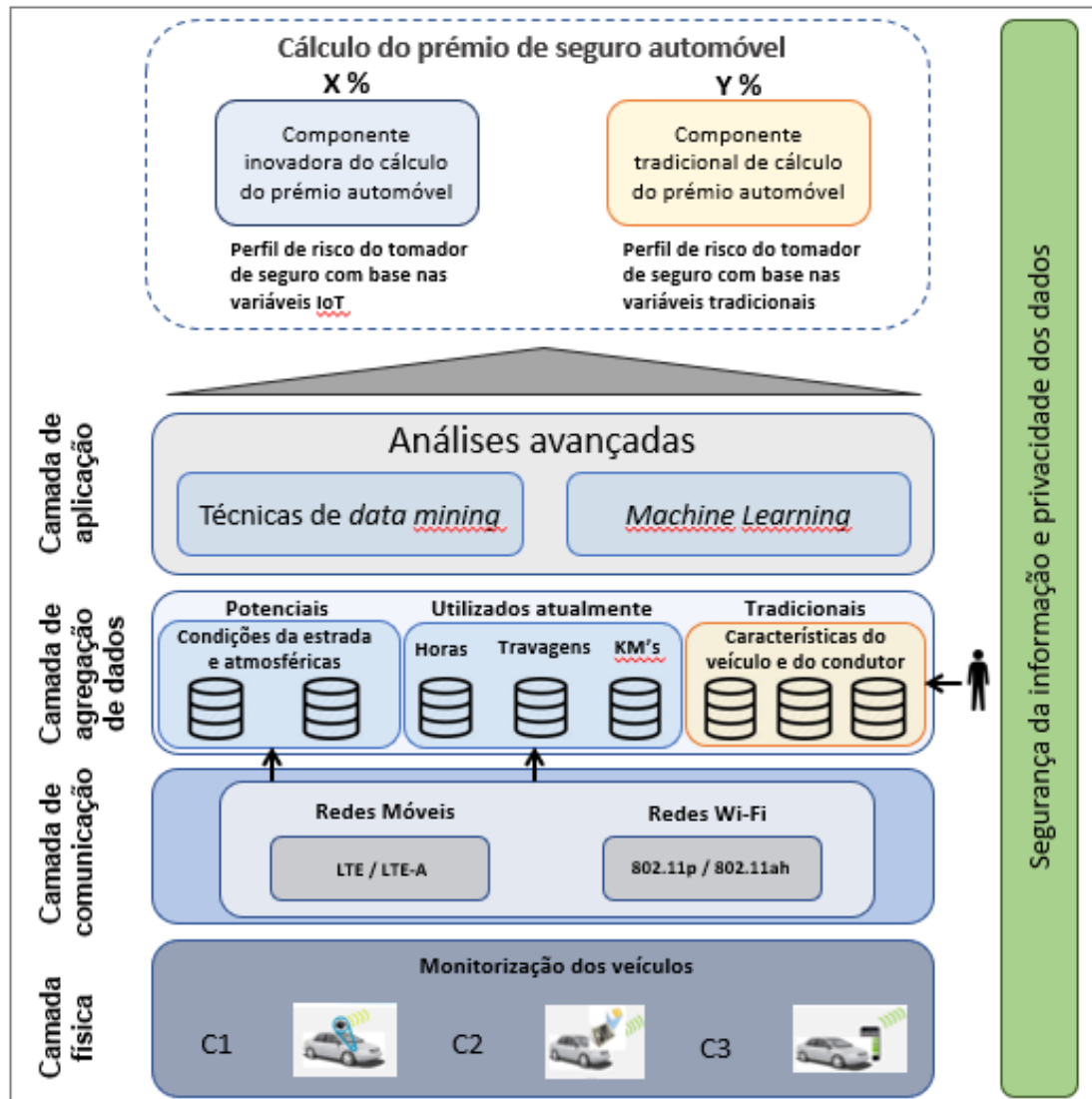


Figura 7 - Arquitetura baseada na tecnologia IoT proposta pelo autor para uma otimização do cálculo do prémio automóvel.

Fonte: Elaboração do autor baseada em Wan *et al.* (2014)

De acordo com a camada física apresentada na arquitetura, existem atualmente 3 cenários possíveis para a extração de dados dos veículos através de um ponto de recolha centralizado nos veículos. O C1 representa o sistema OBD, o C2 simboliza a incorporação de um cartão SIM nos veículos enquanto o C3 diz respeito à integração de smartphones com os veículos. A camada de comunicação, responsável pela transmissão desses dados para as seguradoras, contempla dois segmentos principais, as redes móveis e as redes Wi-Fi. No caso das redes móveis, foram destacadas as redes LTE e o LTE-A, enquanto que nas redes Wi-Fi, abordaram-se os protocolos

802.11p e o 802.11ah, todas elas apresentam características específicas que permitem suportar a viabilidade desta solução IoT. A camada de armazenamento foi dividida em 3 vertentes, os dados tradicionalmente armazenados pelas seguradoras que são recolhidos diretamente pelos segurados, os dados que são já utilizados pela seguradora Progressive recolhidos dos veículos e outros dados que podem ainda ser aproveitados pelas seguradoras, mas que também serão provenientes dos veículos. De seguida, a camada de análise refere-se à utilização que é feita desses dados pelas seguradoras, onde as técnicas de *data mining* e o machine learning permitem obter análises avançadas que suportem o objetivo final do sistema. Esta última camada suporta o cálculo final do prémio automóvel através da identificação do perfil de risco de cada tomador de seguro, baseado nas componentes X e Y. No entanto, ainda existem algumas incertezas acerca do peso exato da nova informação (componente X), e consequentemente da tradicional informação (componente Y) no algoritmo do prémio automóvel, sendo que garantidamente o peso da componente Y será inferior ao seu peso atual. O autor acredita que a implementação de um prémio automóvel desta natureza permitirá reconhecer no futuro, com maior exatidão, o peso que cada componente deverá ter consoante as suas relações com os sinistros e os seus encargos para a seguradora. Neste sentido, sistema deve possuir também processos de melhoria contínua que possibilitem uma aproximação cada vez mais real ao risco suportado pela seguradora.

Uma vez que o reposicionamento estratégico exigido às seguradoras que operam em Portugal ainda carece de conhecimento teórico e técnico acerca do uso da tecnologia IoT no prémio automóvel, as conclusões obtidas pelos objetivos específicos mencionados neste capítulo pretendem contribuir para a expansão e consolidação desse conhecimento, cumprindo assim o principal objetivo deste estudo.

7. LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Ao longo do desenvolvimento deste estudo verificaram-se alguns constrangimentos e limitações que condicionaram o trabalho da investigação, tanto na recolha de informação científica acerca do uso da tecnologia IoT pelas seguradoras em Portugal, como na realização das entrevistas a essas mesmas seguradoras. A falta de artigos académicos relacionados com a aplicabilidade da tecnologia IoT no seguro automóvel em Portugal, dificultou a compreensão sobre que tecnologias e que informação serão utilizadas pelas seguradoras no futuro. Neste sentido, a realização das entrevistas tentou equilibrar essa falta de informação, contudo, a adesão da gestão de topo em divulgarem as suas posições relativamente a este tema verificou-se escassa, devido ao impacto deste tema nas suas estratégias de negócio a curto prazo. A curta duração das entrevistas dificultou também a obtenção de resultados mais detalhados acerca das intenções das seguradoras questionadas nos próximos tempos, no ramo automóvel.

De forma a contribuir para a expansão de conhecimento no âmbito da tecnologia IoT aplicada ao ramo automóvel segurador, existem diversas abordagens que poderão ser tomadas pelos investigadores académicos. Seria interessante realizar entrevistas a um maior número de seguradoras nos próximos anos, de forma a que seja possível criar uma visão holística do ramo automóvel e sua adaptação à tecnologia IoT, comparando o processo de transição dos modelos tradicionais para os modelos baseado na tecnologia IoT, em Portugal. Outra das abordagens poderá focar-se nas medidas que serão tomadas pela ASF para evitar as más implementações destes modelos inovadores por parte das seguradoras, garantindo assim a continuidade das mesmas. Por último, outra das abordagens que poderá ser adotada deverá incidir na investigação sobre a influência dos carros autónomos neste segmento do setor segurador.

8. BIBLIOGRAFIA

- Abdelhamid, S. & Hassanein, H. S. & Takahara, G. (2014). Vehicle as a Mobile Sensor. *Procedia Computer Science*, 34, 286-295. doi: 10.1016/j.procs.2014.07.025
- Accenture (2010). How Cloud Computing will Transform Insurance: Using Cloud to help drive future high performance in the insurance industry. Obtido de Accenture: http://insuranceblog.accenture.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud_for_Insurance_POV_Final.pdf
- Accenture (2014). The Customer-centric: Insurer in the Digital Era. Obtido de Accenture: https://www.accenture.com/t20150523T062515__w__/it-it/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/Microsites/Documents4/Accenture-the-Customer-Centric-Insurer-in-the-Digital-Era.pdf
- Ahmed, N. & Hussain, M. I. (2016). Relay-based IEEE 802.11ah network: A Smart City Solution. doi: 10.1109/ciot.2016.7872922
- Akeela, R. & Elziq, Y. (2017). Design and Verification of IEEE 802.11ah for IoT and M2M Applications. First International Workshop on Mobile and Pervasive Internet of Things'17. doi: 10.1109/percomw.2017.7917612
- Alsheikh, M. A. & Lin, S. Niyato, D. & Tan, H. (2014). Machine Learning in Wireless Sensor Networks: Algorithms, Strategies and Applications. *IEEE Communication Surveys & Tutorials*, 16 (4), 1996-2018. doi: 10.1109/comst.2014.2320099
- Anderson, J. M. & Kalra, N. & Stanley, K. D & Sorensen, P. & Samaras, C. & Oluwatola, O. A. (2016). Autonomous Vehicle Technology. A Guide for Policymakers. doi: 10.7249/rr443-2
- Associação Portuguesa de Seguradores (2015). Panorama do Mercado Segurador 14/15. Obtido de Associação Portuguesa de Seguradores: http://www.apseguradores.pt/portal/contentresourcedownload_entry.aspx?resourceid=2527
- Associação Portuguesa de Seguradores (2017). Panorama do Mercado Segurador 16/17. Obtido de Associação Portuguesa de Seguradores: http://www.apseguradores.pt/Portal/ContentResourceDownload_Entry.aspx?ResourceId=16284
- Aust, S. & Prasad, R. V. (2012). IEEE 802.11ah: Advantages in Standards and Further Challenges for Sub 1 GHz Wi-Fi. doi: 10.1109/ICC.2012.6364903
- Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (17 de janeiro de 2017). Atividade Seguradora – Prémios de Seguro Direto 2016. Obtido de ASF: <http://www.asf.com.pt/NR/rdonlyres/07B1F4BC-8D71-412A-BCFC-2BD8A0CC7257/0/ProducaoSDprovis%C3%B3ria2016.pdf>

- Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (2017). Parque automóvel 2012-2016. Obtido de ASF: http://www.asf.com.pt/ISP/Estatisticas/seguros/estatisticas_anuais/historico/PA%202016.xlsx
- Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (2013). Relatório de atividade e contas anuais 2012. Obtido de ASF: http://www.asf.com.pt/NR/rdonlyres/75492B52-6139-436C-BD66-524ABBABD21C/0/RC_ISP_2012.pdf
- Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (2015). Relatório de atividade e contas anuais 2014. Obtido de ASF: http://www.asf.com.pt/NR/rdonlyres/C8707BC2-D4E2-432C-A7D4-4032D6E2F208/0/Relat%C3%B3rioAtividades_ASF_2014.pdf
- Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (2016). Relatório de atividade e contas anuais 2015. Obtido de ASF: http://www.asf.com.pt/NR/rdonlyres/7158F291-2AFA-4B1E-B120-22F2C297233B/0/Relat%C3%B3rioAtividadeecontas_ASF_2015.pdf
- Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (2017). Relatório e Contas 2016. Obtido de ASF: <http://www.asf.com.pt/NR/rdonlyres/F5533976-7237-45E1-A2F6-0B63E8D34CA0/0/RACASF2016.pdf>
- Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (n.d). Obtido de ASF: <http://www.asf.com.pt/NR/exeres/9A718364-6EDE-41CD-8350-B48386A2D1C5.htm>
- Baecke, P. & Bocca, L. (2017). The value of vehicle telematics data in insurance risk selection processes. *Decision Support Systems*, 98 (C), 69-79. doi: 10.1016/j.dss.2017.04.009
- Baek, S. & Jang, J. (Junho, 2015). Implementation of integrated OBD-II connector with external network. *Information Systems*, 50, 69-75. doi: 10.1016/j.is.2014.06.011
- Bello, O. & Zeadally, S. & Badra, M. (2017). Network layer inter-operation of Device-to-Device communication technologies in Internet of Things. *Ad Hoc Networks*, 57, 56-62. doi: 10.1016/j.adhoc.2016.06.010
- Braga, J. R. B. C. (2010). Integração de veículos elétricos no Sistema Elétrico Nacional. Obtido de RUN - Repositório da Universidade Nova de Lisboa: https://run.unl.pt/bitstream/10362/5011/1/Braga_2010.pdf
- Butler, P. & Butler, T. & Williams, L. L. (1988). Sex-Divided Mileage, Accident, and Insurance Cost Data Show That Auto Insurers Overcharge Most Women. National Assoc. of Insurance Commissioners.
- Cameron, D. (2014). The Internet of Things: making the most of the Second Digital Revolution. A report by the UK Government Chief Scientist Adviser. Obtido de Government Office for Science: <http://aradinfocenter.com/wp-content/uploads/2017/07/14-1230-internet-of-things-review.pdf>
- Cancila, M. & Toombs, D. & Waite, A. D. & Khnaser, R. (13 de Outubro 2016). 2017 Planning Guide for Cloud Computing. Obtido de Gartner

- https://www.gartner.com/binaries/content/assets/events/keywords/catalyst/catus8/2017_planning_guide_for_cloud.pdf
- Chen, A. & Jain, N. & Perinola, A. & Pietraszek, T. & Rooney, S. & Scotton, P. (2004). Scaling Real-Time Telematics Applications using Programmable Middleboxes: A Case Study in Traffic Prediction. doi: 10.1109/CCNC.2004.1286893
- Chen, F. & Deng, P. & Wan, J. & Zhang, D. & Vasilakos, A. V. & Rong, X. (2015). Data Mining for the Internet of Things: Literature Review and Challenges. *Big Data and Knowledge Extraction for Cyber-Physical Systems*, 11 (8), 2-9 doi: 10.1155/2015/431047
- Choi, M. & Choi, S. & Sun, W. (2013). IEEE 802.11ah: A Long Range 802.11 WLAN at Sub 1 GHz. *Journal of ICT Standardization*, 1, 83–108. doi: 10.13052/jicts2245-800X.125
- Choudhary, V. & Vithayathil, J. (2013). The impact of cloud computing: Should the IT Department be organized as a cost center or a profit center? *Journal of Management Information Systems*, 30 (2), 67-100.
- Cisco (2015). Cisco IoT System Security: Mitigate Risk, Simplify Compliance and Build Trust. Obtido de Cisco: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/se/internet-of-things/white-paper-c11-735952.html>
- CNPD (2017). Plano de atividades CNPD 2017. Obtido de CNPD: https://www.cnpd.pt/bin/cnpd/planos/PLANO_ACTIVIDADES_2017.pdf
- CNPD (Janeiro, 2017). 10 medidas para preparar a aplicação do RGPD. Obtido de CNPD: https://www.cnpd.pt/bin/rgpd/10_Medidas_para_preparar_RGPD_CNPD.pdf
- CNPD (n.d). O que é a CNPD. Obtido de CNPD: <https://www.cnpd.pt/bin/cnpd/acnpd.htm>
- Comissão Europeia (2014). Definition of a Research and Innovation Policy Leveraging Cloud Computing and IoT Combination. Obtido de Comissão Europeia: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=9472
- Cunha, C. A. M. (2013). Seguro Obrigatório de Responsabilidade Civil Automóvel. Obtido de Repositório Científico do Instituto Politécnico do Porto: http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/5768/1/DM_CarlaCunha_MSOL_2013.pdf
- de Hert, P. & Papakonstantinou, V. (2016). The new general data protection regulation: Still a sound system for the protection of individuals? *Computer Law Security Review*, 32 (2), 179–94. doi: 10.1016/j.clsr.2016.02.006
- Decreto Lei no 72/2008 de 23 de Julho do Ministério das Finanças e da Administração Pública. Diário da República: I série, No 141 (2008). Acedido a 8 Maio de 2017. Obtido de Diário da República Eletrónico: https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/249804/details/normal?p_p_auth=zxNX4vgK
- Desyllas, P. & Sako, M. (2013). Profiting from business model innovation: Evidence from Pay-As-You-Drive auto insurance. *Research Policy*, 42 (1), 101-116. doi: 10.1016/j.respol.2012.05.008

- Dijksterhuis, C. & Lewis-Evans, B. & Jelijs, B. & Waard, D. & Brookhuis, K. & Tucha, O. (2015). The impact of immediate or delayed feedback on driving behaviour in a simulated Pay-As-You-Drive system. *Accident Analysis & Prevention*, 75, 93-104. doi: 10.1016/j.aap.2014.11.017
- Domazetović, B. & Kočan, E. & Mihovska, A. (2016). Performance evaluation of IEEE 802.11ah systems. doi: 10.1109/telfor.2016.7818748
- Donoho, D. (2015). 50 years of Data Science, 1–41.
- Earley, S. (2015). Analytics, Machine Learning and the Internet of Things. *IT Professional* 17 (1), 10-13. doi: 10.1109/mitp.2015.3
- Ellison, A. B. & Bliemer, M. C. J. & Greaves, S. P. (2015). Evaluating changes in driver behaviour: A risk profiling approach. *Accident Analysis & Prevention*, 75, 298-309. doi: 10.1016/j.aap.2014.12.018
- Evans, Dave (Abril, 2011). How the Next Evolution of Internet is Changing Everything. Obtido de Cisco: http://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf
- Fleish, E. (Janeiro, 2010). What is the Internet of Things? Na Economic Perspective. *Economics, Management, and Financial Markets*, 2, 125-157. Obtido de University of St.Gallen: <https://www.alexandria.unisg.ch/publications/68983>
- Gao, Y. & Qin, Z. & Feng, Z. & Zhang, Q. & Holland, O. & Dohler (2016). Scalable and Reliable IoT Enabled by Dynamic Spectrum Management for M2M in LTE-A. *IEEE Internet of Things Journal* 3 (6), 1135-1145. doi:10.1109/jiot.2016.2562140
- Gonçalves, R. (2011). Sistemas de Informação para a gestão de risco operacional em instituições financeiras. Obtido de Repositório da Universidade Técnica de Lisboa: <http://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/4264/1/TD-RAHG-2011.pdf>
- Goyal, S. (2014). Public vs Private vs Hybrid vs Community - Cloud Computing: A Critical Review. *International Journal of Computer Network and Information Security*, 3, 20-29. doi: 10.5815/ijcnis.2014.03.03
- Gruden, D. (2007). Traffic and Environment. *IATSS Research* 24 (1), 21-29. doi: 10.1016/S0386-1112(14)60014-5
- Gustafson, P. & Sidney, S. (2012). *Computer Sciences Corporation*.
- Hiertz, G.R. & Denteneer, D. & Stibor, L. & Zang, Y. & Costa, X. P. & Walke, B. (2016). The IEEE 802.11 Universe. *IEEE Communications Magazine* 48 (1). doi: 10.1109/MCOM.2010.5394032
- Husnjak, S. & Peraković, D. & Forenbacher, I. & Mumdziev, M. (2015). Telematics System in Usage Based Motor Insurance. *Procedia Engineering* 100, 816-825. doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.436
- Insurance Europe (Novembro, 2015). European Motor Insurance Markets. Obtido de Insurance Europe:

<https://www.insuranceeurope.eu/sites/default/files/attachments/European%20motor%20insurance%20markets.pdf>

- ITU-T, (Junho, 2012). Overview of the Internet of Things, *Frameworks and functional architecture models*, Serie Y.2060, 2.
https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-Y.2060-201206-1!!PDF-E&type=items
- Jain, P. C. (2016). Recent Trends in Next Generation Sub1GHz Wireless Local Area Network for Internet of Things. doi: 10.1109/natsys.2015.7489085
- Jurney, R. (2013). Agile data science. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
- Kaisler, S. & Armour, F. & Espinosa, J.A. & Money, W. (2013). Big Data: Issues and Challenges. 46th Hawaii International Conference on System Sciences, 995-1004
doi: 10.1109/hicss.2013.645
- Kazmi, A. & Jan, Z. & Zappa, A. & Serrano, M. (2017). Overcoming the Heterogeneity in the Internet of Things for Smart Cities. *Interoperability and Open-Source Solutions for the Internet of Things*. Computer Science, 10218, 20-35.
doi: 10.1007/978-3-319-56877-5_2
- Khairnar D. V. & Kotecha, K. (2013). Performance of Vehicle-to-Vehicle Communication using IEEE 802.11p in Vehicular Ad-hoc Network Environment. *International Journal of Network Security & Its Applications (IJNSA)*, 5, 2, 143-168. doi: 10.5121/ijnsa.2013.5212
- Khairnar D. V. & Pradhan S. N. (2014). V2V Communication Survey – (Wireless Technology). *International Journal Computer Technology & Applications*, 3 (1), 370-373.
Obtido de Cornell University: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1403/1403.3993.pdf>
- Khorov, E. & Lyakhov, A. & Krotov, A. & Guschin, A. (2014). A survey on IEEE 802.11ah: An enabling networking technology for smart cities. *Computer Communications*, 58, 53-69.
doi: 10.1016/j.comcom.2014.08.008
- Kirk, D. (1995). Hard and soft systems: a common paradigm for operations management. *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 7 (5), 13-16.
doi: 10.1108/09596119510090708
- Kohavi, R. (2000). Data Mining and Visualization. *National Academy of Engineering (NAE) US Frontiers of Engineering*. Obtido de Stanford Artificial Intelligence Laboratory:
<http://robotics.stanford.edu/~ronnyk/naeMining.pdf>
- Lachaud, E. (2017). The General Data Protection Regulation and the rise of certification as a regulatory instrument. *Computer Law & Security Review: The International Journal of Technology Law and Practice*. doi: 10.1016/j.clsr.2017.09.002
- Lenk, A. & Klems, M. & Nimis, J. & Tai, S. & Sandholm, T. (2009). What's inside the cloud? An Architectural Map of the Cloud Landscape. *Software Engineering Challenges of Cloud Computing (CLOUD), 2009 ICSE Workshop*. doi: 10.1109/cloud.2009.5071529

- Léone, R. & Leguay, J. & Medagliani, P. & Chaudet, C. (2015). Tee: Traffic-based Energy Estimators for duty-cycled Wireless Sensor Networks. *IEEE 2015 International Conference on Communications: Ad-hoc and Sensor Networking Symposium*. doi: 10.1109/ICC.2015.7249401
- Li, Y. & Li, D. & Cui, W. & Zhang, R. (2011). Research based on OSI model. 2011 IEEE 3rd International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN). doi: 10.1109/iccsn.2011.6014631
- Lin, J. & Chen, S. & Shih, Y. & Chen, S. (2009). A Remote On-Line Diagnostic System for Vehicles by Integrating the Technology of OBD, GPS, and 3G. *Practical Applications of Intelligent Systems: Proceedings of the Sixth International Conference on Intelligent Systems and Knowledge Engineering, Shanghai, China, 124*, 607-614. Obtido de Automotive Research Testing Center: https://www.artc.org.tw/upfiles/ADUpload/knowledge/tw_knowledge_IA-98-0036.pdf
- Litman, T., (2002). Evaluating transportation equity. *World Transportation Policy & Practice*, 8, 2, 50–65. Obtido de Victoria Transport Policy Institute: <https://pdfs.semanticscholar.org/fa6c/6421f37a60cb8d4bde401ebd384ac174bc40.pdf>
- Litman, T., (2004). Pay-As-You-Drive Pricing for Insurance Affordability. Obtido de Victoria Transport Policy Institute: <https://pdfs.semanticscholar.org/53b3/9899816913c72d530c678db7ae6d9dae5a60.pdf>
- Lv, F. & Zhu, H. & Xue, H. & Zhu, Y. & Chang, S. & Dong, M. & Li, M. (2016). An Empirical Study on Urban IEEE 802.11p Vehicle-to-Vehicle Communication. *13th Annual IEEE International Conference on Sensing, Communication, and Networking (SECON)*. doi: 10.1109/SAHCN.2016.7732969
- Mantelero A. (2013). The EU proposal for a general data protection regulation and the roots of the ‘right to be forgotten’. *Computer Law & Security Review*. 29(3), 229–235. doi: 10.1016/j.clsr.2013.03.010
- Martins, S. J. A. (2012). Modelo de Avaliação de Risco em Acidentes no Ramo Automóvel. Obtido de RUN - Repositório da Universidade Nova de Lisboa: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/9178/1/TEGI0320.pdf>
- McAfee, A. & Brynjolfsson, E. (October, 2012). Big Data: The Management Revolution. *Harvard Business Review*. Obtido de Harvard Business Review: <https://hbr.org/2012/10/big-data-the-management-revolution>
- McKinsey & Company (2015). The Making of a Digital Insurer - The Path to Enhanced Profitability, Lower Costs and Stronger Customer Loyalty. Financial Services Practice. Obtido de McKinsey & Company: <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/the-making-of-a-digital-insurer>
- Mell, P. & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing. *National Institute of Standards and Technology Special*, 800-1457. doi: 10.6028/nist.sp.800-145

- Nshimiyimana, A. & Agrawal, D. & Arif, W. (2016). Comprehensive Survey of V2V Communication for 4G Mobile and Wireless Technology. *International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET)*. doi: 10.1109/wispnet.2016.7566433
- Onuma, Y. & Terashima, Y. & Kiyohara, R. (2017). ECU Software Updating in Future Vehicle Networks. *2017 31st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*, 35-40. doi: 10.1109/WAINA.2017.45
- Öörni, R. & Goulart, A. (2017). In-Vehicle Emergency Call Services: eCall and Beyond. *IEEE Communications Magazine*, 8 (1), 159-165. doi: 10.1109/mcom.2017.1600289cm
- Paefgen, J. F. R. (2013). On the Determination of Accident Risk Exposure from Vehicular Sensor Data – Methodological Advancements and Business Implications for Automobile Insurance Providers. Obtido de University of St. Gallen: <http://www1.unisg.ch/www/edis.nsf/SysLkpByIdentifier/4170?OpenDocument&lang=en>
- Palattella, M. R., Dohler, M., Grieco, A., Rizzo, G., Torsner, J., Engel, T., Ladid L. (2016). Internet of Things in the 5G Era: Enablers, Architecture, and Business Models. 34, 3, 510-527. doi: 10.1109/jsac.2016.2525418
- Portugal (2008). Decreto-lei nº 72/2008. Regime Jurídico do Contrato de Seguro, artº51 (1) e artº52 (2). Obtido em Diário da República Eletrónico: https://dre.pt/web/guest/legislacao-consolidada/-/lc/105326879/201704171114/exportPdf/normal/1/cacheLevelPage?_LegislacaoConsolidada_WAR_drefrontofficeportlet_rp=indice
- Prakash, U. & Pal, R. & Gupta, N. (2015). Performance Evaluation of IEEE 802.11p by Varying Data Rate and Node Density in Vehicular Ad Hoc Network. *2015 IEEE Students Conference on Engineering and Systems (SCES)*. doi: 10.1109/sces.2015.7506457
- Progressive (2017). The Progressive Corporation 2016 Annual Report. Obtido de Progressive: http://media.corporate-ir.net/media_files/irol/81/81824/arInter/16_annual/index.html
- Progressive (Julho, 2012). Linking driving behavior to automobile accidents and insurance rates – An analysis of five billion miles driven. Obtido de Progressive: http://www.progressive.com/Content/pdf/newsroom/snapshot_report_final_070812.pdf
- Rault, T. & Bouabdallah, A. & Challal, Y. (2014). Energy efficiency in wireless sensor networks: A top-down survey. *Computer Networks* 2014, 67, 104-122. doi:10.1016/j.comnet.2014.03.027
- Rebelo, L. I. M. (2014). Rentabilidade dos clientes de uma seguradora automóvel. Obtido de RUN - Repositório da Universidade Nova de Lisboa: <https://run.unl.pt/handle/10362/14531>
- Reding, V. (2010) The upcoming data protection reform for the European Union. *International Data Privacy Law* 2010, 1 (1), 3-5. doi: 10.1093/idpl/ipq007
- Reisman, A. & Oral, M. (2004). Soft Systems Methodology: A Context within a 50-year retrospective of OR/MS. doi: 10.1287/inte.1050.0129

- Sagiroglu, S. & Sinanc, D. (2013). Big data: A Review. *2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)*. doi: 10.1109/cts.2013.6567202
- Sahu, S. & Dhote, Y. (2016). A Study on Big data: Issues, Challenges and Applications. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*. doi: 10.15680/ijircce.2016.0406055
- Saunders, M. & Lewis, P. & Thornhill, A. (2009). *Research Methods for Business Students* 5ª Ed. Pearson Education Limited.
- Shalev-Scwartz, S. & Ben-David, S. (2014). Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms. Cambridge University Press.
- Shimba, F. (2010). Cloud Computing: Strategies for Cloud Computing Adoption. Dissertação de Mestrado. Dublin, Dublin Institute of Technology, 2010.
- Silverberg, K. & French, C. & Ferenzy, D. & Liebergen, B. V. & Berg, S. V. D. (Setembro, 2016). Innovation In Insurance: How Technology is Changing the Industry. *Institute of International Finance*. Obtido de IIF: https://www.iif.com/system/files/32370132_insurance_innovation_report_2016.pdf
- Silva, R. G. F. (2013). O segurador do ramo “Não vida” em Portugal: contributo para a sua identificação e definição das suas características intrínsecas no actual panorama segurador português. Obtido de Universidade de Coimbra: <http://hdl.handle.net/10316/23614>
- Simonsen, J. (1994). Soft Systems Methodology: An introduction. Computer Science/Roskilde University, Spring 1994.
- Soleimani, H. & Begin, T. & Boukerche, A. (2017). Safety message generation rate adaptation in LTE - based vehicular networks. *Computer Networks*, 128, 186-196. doi: 10.1016/j.comnet.2017.04.054
- Son, N. M. & Thimh, T. N. & Thi, D. N. & Nhan, N. C. (2016). An Approach of Low Power Wifi Sensor Mote for Internet of Things Applications. *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS)* 7(4), 161- 166. Obtido de JETEAS: <http://jeteas.scholarlinkresearch.com/articles/An%20Approach%20of%20Low%20Power%20Wifi%20Sensor%20Mote.pdf>
- Subashini, S & Kavitha, V. (2011). A survey on security issues in servisse delivery models of cloud computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 34 (1), 1-11. doi: 10.1016/j.jnca.2010.07.006
- Sundeeep, B. V. & Vardhan, C. S. (2013). Telematics and its Applications in Automobile Industry. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 4 (4), 554-557. Obtido de IJETT: <https://pt.scribd.com/document/158888322/Telematics-and-its-Applications-in-Automobile-Industry>

- Symantec (2016). An Internet of Things Reference Architecture. Obtido de Symantec:
https://www.symantec.com/content/en/us/enterprise/white_papers/iot-security-reference-architecture-wp-en.pdf
- Taneja, M. (2016). A Framework for Traffic Management IoT Networks. *2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I)*.
 doi: 10.1109/IC3I.2016.7917982
- Tavares, J. & Velez, F. J. & Ferro, J. M. (2008). Application of Wireless Sensor Networks to Automobile. *Measurement Science Review*, 8, 3, 65-69. doi: 10.2478/v10048-008-0017-8
- Teixeira, F. & Silva, V. & Leoni, J. & Macedo, D. & Nogueira, J. (2014). Vehicular networks using the IEEE 802.11p standard: An experimental analysis. *Vehicular Communications*, 1 (2), 91-96.
 doi: 10.1016/j.vehcom.2014.04.001
- Tellis, W. M. (1997). Application of a Case Study Methodology. *The Qualitative Report*, 3 (3), 1-19.
 Obtido de TQR: <http://nsuworks.nova.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2015&context=tqr>
- Tikkinen-Piri, C. & Rohunen, A. & Markkula (2017). EU General Data Protection Regulation: Changes and implications for personal data collecting companies. *Computer Law & Security Review*.
 doi: 10.1016/j.clsr.2017.05.015
- Tiwari, P. & Kushwah, R. S. (2015). Traffic Analysis for VANET using WAVE and WiMAX. *2015 International Conference on Communication Networks (ICCN)*. doi: 10.1109/ICCN.2015.65
- Tselentis, D. I. & Yannis, G. & Vlahogianni, E. I. (2017). Innovative motor insurance schemes: A review of current practices and emerging challenges. *Accident Analysis & Prevention*, 98, 139-148.
 doi: 10.1016/j.aap.2016.10.006
- Vermesan, O. & Friess, P. (2013). Internet of things – Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems. River Publishers.
- Vermesan, Ovidiu & Friess, P. (2014). Internet of things – From Research and Innovation to Market Deployment. River Publishers Series in Communication.
- Vermesan, Ovidiu & Friess, P. (2016). Digitising the Industry. Internet of Things Connection Physical Digital and Virtual Worlds. River Publishers Series in Communication, 49.
- Wan, J. & Zou, C. & Zhou, K. (2014). IoT sensing framework with inter-cloud computing capability in vehicular networking. *Electronic Commerce Research*, 14 (3), 389–416. doi: 10.1007/s10660-014-9147-2
- Wang, W. & Chen, Y. & Wang, L. & Zhang, Q. (2017). Sampleless Wi-Fi: Bringing Low Power to Wi-Fi Communications. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 25 (3), 1663-1672.
 doi:10.1109/tnet.2016.2643160
- Wilson, C. & Farris, P. W. (1998). Progressive Insurance Case Study. *Harvard Business Review*. Obtido de Harvard Business Review: <https://hbr.org/product/progressive-insurance/UV2906-PDF-ENG>

- Yin, R. (1994). Case study research: Design and methods. 2^a Ed. *Applied Social Research Methods Series Volume 5*. Sage Publications.
- Zanema, J. & Van Amelsfort, D. & Bliemer, M. & Bovy, P. (2008). Pay-as-you-drive strategies: case study of safety and accessibility effects. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2078), 8-16. doi: 10.3141/2078-02
- Zheng, J. & Jamalipour, A. (2009). Wireless Sensor Networks. A networking perspective. doi: 10.1002/9780470443521

